

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
Direktor: Prof. Dr. med. G. Friedebold

**FORMANALYSE UND KRANKHEITSWERT
LUMBOSAKRALER ASSIMILATIONSSTÖRUNGEN**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Veronika Paeschke
Alt-Grabau

1971

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der
Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim
Direktor: Prof. Dr. med. G. Friedebold

**FORMANALYSE UND KRANKHEITSWERT
LUMBOSAKRALER ASSIMILATIONSSTÖRUNGEN**

Inaugural-Dissertation

zur

**Erlangung der Medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin**

vorgelegt von

**Veronika Paeschke
Alt-Grabau**

Referent: Professor Dr.med. Günter Friedebold

Korreferent: Professor Dr.med. Richard Maatz



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 8. September 1971

Meiner Mutter
die ich so lieb habe
denn sie ist die Beste
die ich kenne

Meiner Mutter

A. AUSENDRICH

Herrn Prof. Dr. Friedebold danke ich
für die Überlassung des Themas und
Herrn Dr. Hanslik für die Förderung
der Arbeit durch Rat und Hilfe.

Verzeichnis der in der Arbeit benutzten
Literatur. Die Werke sind alphabetisch
geordnet. Die Werke, die in der Arbeit
benutzt wurden, sind mit einem Sternchen
gekennzeichnet. Die Werke, die nur
für die Orientierung benutzt wurden,
sind ohne Sternchen angegeben.

B. BÜCHER

Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts.

Einleitung
I. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts
II. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts

III. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts
IV. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts

V. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts

VI. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts

VII. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts

VIII. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts

IX. Die Bedeutung der römischen Rechtslehre
für die Entwicklung des deutschen Rechts

C. VERGLEICHENDE RECHTSLEHRE

D. VERGLEICHENDE RECHTSLEHRE

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A EINLEITUNG	7
Entwicklungsphysiologie der Wirbelsäule	7
Primitiventwicklung	
mesenchymal	
Verknorpelung	
Verknöcherung der Wirbelbogen und Wirbelkörper	
Entwicklung der Querfortsatzreihe mit besonderer	
Berücksichtigung des lumbosakralen Überganges	
Pathologie der Wirbelsäulenentwicklung	10
Wirbelsäulenmißbildungen durch	
Chordastörungen	
extrachordale Segmentstörungen	
gestörte Ossifikation	
Variationen im lumbosakralen Übergangsbereich	
Bedeutung dieser Assimilationsvorgänge	
B METHODIK	18
Zur Differenzierung der röntgenologischen Erscheinung	
von lumbosakralen Assimilationsstörungen	
Ergebnisse	20
Häufigkeitsverteilung der Assimilationsstörungen	
Formanalyse der Bewegungssegmente	
Beziehungen zu klinischen Erscheinungen	
Diskussion	53
Vergleich der Häufigkeit lumbosakraler Übergangs-	
störungen bei selektioniertem und nicht selektionier-	
tem Untersuchungsmaterial	
Beziehungen zu	
Alter	
Geschlecht	
Die unterschiedlichen Erscheinungsformen der einzel-	
nen Assimilationsstörungen	
Korrelation zu klinischen Erscheinungen	
lokal	
Auswirkungen auf weitere Wirbelsäulenanteile	
über die Wirbelsäule hinausreichende Beteiligung	
C ZUSAMMENFASSUNG	69
D LITERATURVERZEICHNIS	70

A EINLEITUNG

Entwicklungsphysiologie der Wirbelsäule

Unter den Begriff der Wirbelsäulenvariationen fallen die lumbosakralen Assimilations- oder Übergangsstörungen, die als Sakralisation und Lumbalisation bezeichnet werden.

Eine Sakralisation liegt dann vor, wenn der letzte präsakrale Wirbel, einseitig oder doppelseitig, Angleichungen an die Seitenmassen des Kreuzbeins zeigt, oder wenn er ganz in das Kreuzbein einbezogen ist (SCHMORL-JUNGHANNS). Unter Lumbalisation wird das Heraustreten des ersten Kreuzbeinwirbels aus der Kreuzbeinmasse verstanden, indem sich dieser Wirbel unter ein- oder doppelseitiger Ausbildung seiner Seitenflügel der Form des letzten präsakralen Wirbels angleicht oder vollkommen diese Form annimmt (RETTIG, JUNGHANNS).

Da sowohl die Entwicklungsphysiologie als auch die Entwicklungspathologie der Wirbelsäule eine Antwort auf die Frage nach der Entstehung der lumbosakralen Assimilationsstörungen geben kann, sollen im folgenden die normale Wirbelsäulenentwicklung und ihre Entwicklungsstörungen dargestellt werden.

Die Anlage der menschlichen Wirbelsäule läßt sich bis auf bestimmte Furchungszellen bzw. determinierte Eibezirke des befruchteten Eies zurückverfolgen (STARCK, FERNER, GROSSER-ORTMANN).

Unter der Organisatorwirkung der Primitivgrube, dem Urmund bei tierischen Keimlingen entsprechend, kommt es nach Entstehung der dreischichtigen Keimscheibe zur Ausbildung der Primitivorgane (KÜHN).

Aus dem Entoderm des Urdarmdaches hat sich bei einem 25 Tage alten menschlichen Keimling, entsprechend einer Scheitel-Steiß-Länge (SSL) von 2,5 mm, die Chorda dorsalis herausgebildet, die den Embryo gemeinsam mit der ektodermal entstandenen Neuralleiste durchzieht.

Seitlich dieser beiden unpaaren Organe liegen die unter der Kontrolle der Chorda dorsalis gegliederten paarigen Ursegmente und Seitenplat-

ten, die wie die sie verbindenden Ursegmentstiele, mesodermalen Ursprunges sind.

Es werden 40 - 42 Ursegmentpaare ausgebildet, von denen die fünf vordersten in das Hinterhaupt einbezogen, die drei bis vier hintersten mit der Schwanzanlage abgestoßen werden. Als Anlagematerial für Muskeln und Skelet verbleiben 52 - 34 Ursegmentpaare. Ein Ursegment oder Somit besteht aus einer lateralen (Dermatom), einer medialen (Myotom) und einer ventralen (Sklerotom) Lamelle; aus letzterer wandern im Gegensatz zu den beiden ersten Zellen aus, bilden durch Umfließen der Chorda dorsalis eine Perichordalhülle und nehmen durch ihr geordnetes Wachstum von der Mitte aus eine transversale Halbierung der Skleromiten vor. Dieser Vorgang vollzieht sich bei Keimlingen von 3,5 mm SSL (= 30 Tage) und läßt die von den Intersegmentalgefäßen begrenzten Sklerotome entstehen; diese werden durch die Intervertebralspalte, die Sklerotomfissur, in eine kaudale und eine kraniale Hälfte, die Skleromiten, geteilt (TÖNDURY, GRÜNEBERG, SENSING, BLECHSCHMIDT).

Der Ersatz des Mesenchyms durch Knorpel beginnt bei Embryonen von 10 bis 12 mm SSL (= 42 Tage). Er geht von einem einzigen zentralen Vorknorpelkern in den Wirbelkörpern und je einem solchen exzentrisch im Wurzelbereich der Wirbelbogenhälften gelegenen aus. Die Umwandlung in blasigen Hyalinknorpel läßt sich in den Wirbelkörpern zuerst in der unteren Brustwirbelsäule und der oberen Lendenwirbelsäule beobachten, während derselbe Prozeß in den Wirbelbögen in der oberen Halswirbelsäule seinen Anfang nimmt und von dort kaudalwärts fortschreitet (TÖNDURY, BAUMANN). Der Verknorpelungsprozeß ist bei menschlichen Keimlingen von 15 mm SSL abgeschlossen.

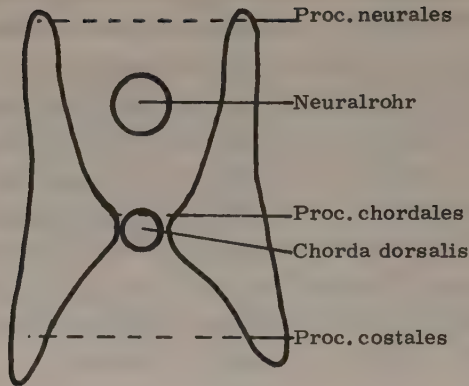
Die Umformung der Chorda dorsalis vollzieht sich durch den konzentrischen Wachstumsdruck der sich vergrößernden Knorpelkerne. Dadurch werden die Chordazellen aus den Wirbelkörpern in die Bandscheibenanlagen gepreßt, und es entstehen die Chordasegmente als Platzhalter der Gallertkerne (TÖNDURY, PRADER, SCHIEDT, DÜRR).

In den Wirbelbögen beginnt die Verknöcherung bei einer Keimlingslänge von 60 mm SSL (= 3 Monate), sobald die Verkalkungsherde das Perichondrium erreicht haben. Erst nachdem eine stabilisierende perichondrale Verknöcherung sichergestellt ist, erfolgt durch aus dem Perichondrium stammende Blutgefäße der Abbau des Kalkknorpelkernes und damit das Einsetzen der enchondralen Ossifikation. In den Wirbelkörpern wird zunächst der zentral gelegene Knorpel abgebaut und zugleich werden enchondrale Knochenbälkchen gebildet; die perichondrale Knochenbildung setzt erst ein, wenn der enchondral gebildete Knochen die Wirbelkörperoberfläche erreicht hat (LANDOLT, LIPPERT, TÖNDURY, SCHIEDT, PRADER).

Wegen der Bedeutung für den lumbosakralen Übergang sei die Entwicklung der Wirbelfortsätze und die des Sakrum kurz dargestellt:

Jede Wirbelkörperanlage entsendet bei einer Keimlingslänge von 10 mm SSL die Processus chordales, die ventral und dorsal von der Chorda dorsalis miteinander verschmelzen und so zum unpaaren Wirbelkörper werden. Nach dorsal werden die Processus neurales, die späteren Wirbelbögen ausgebildet, während in ventrolateraler Richtung die Processus costales abgegeben werden.

Die Lendenregion kann von der Thorakalregion bei einer Embryonalänge von 11 mm SSL durch das Zurückbleiben des Wachstums der Rippenanlagen unterschieden werden; die Rippenrudimente, die am ersten und zweiten Lendenwirbel kürzer als am dritten bis fünften bleiben, verschmelzen bei 20 mm SSL des Keimlings mit den Processus costales. Die Abgrenzung der Lendenregion gegen die Sakralregion wird durch das starke Wachstum der drei oberen Sakralrippen möglich. Die Verschmelzung der Rippenrudimente mit den Processus transversi oder costales zu den Partes bzw. massae laterales des Sakrum erfolgt bei den letzten drei Sakralwirbeln rascher als bei den ersten beiden (TÖNDURY, LARCHER).



Pathologie der Wirbelsäulenentwicklung

Die Determination von Entwicklungsstörungen der menschlichen Wirbelsäule muß zwischen dem 21. bis 42. Tag der Embryonalentwicklung angesetzt werden (DEGENHARDT-KLADETZKY, DIETHELM, TÖNDURY).

Für Wirbelsäulenmißbildungen sind sowohl endogene (Genwirkungen) als auch exogene (Röntgenstrahlen, Blei, Chinin, Hormone, Mikroorganismen) Einflüsse verantwortlich zu machen (NACHTSHEIM, FRASER, NOGAMI, LANDAU, IDELBERGER). Ihr Angriffspunkt ist in der Differenzierungsphase mit gesteigertem Nukleinsäurestoffwechsel und erhöhtem Sauerstoffbedarf zu suchen (DEGENHARDT-GRÜTER, RÜTT). Die Folge sind Schädigungen enzymatischer Reaktionen (BÜCHNER, RUSSEL) mit nachfolgender pathologischer Musterbildung (SAUNDERS, ZWILLING).

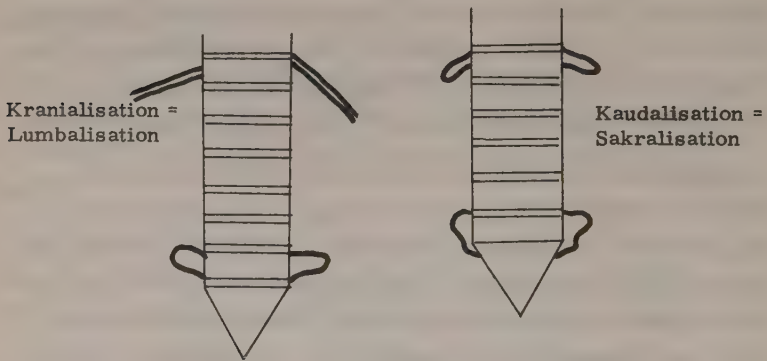
Als Ursache von Wirbelkörperfehlbildungen und Bandscheibendifferenzierungsstörungen werden auf Grund mikroskopisch-anatomischer Untersuchungen Dysplasien und Aplasien der Chorda dorsalis, durch

oben genannte Faktoren hervorgerufen, angenommen (FELLER-STERNBERG, BRAUN, DIETHELM, SCHINZ, TÖNDURY), die sich in Blockwirbelbildung, sagittalen Wirbelkörperspalten oder Agenesien äußern können (GIRAUD, GARNIER u. VERRIENNE, BAUER, PROBST). Bei der Ausbildung von Wirbelbogenmißbildungen kommt neben der Chorda dorsalis auch dem Neuralrohr entscheidende Bedeutung zu, so daß Entwicklungsstörungen in diesem Bereich zu den verschiedensten Formen der Fugenbildungen wie Dornfortsatzfugen, Zwischengelenkstückfugen, Wirbelbogenwurzelfugen führen. Ebenso können Störungen in der Ausbildung der Wirbelgelenkfortsätze resultieren (STRUDEL, SPRATT, LEHMANN, THEILER, WATERSON u. FOWLER, PINCHELLI, PIRKEY, OLEAGA). Neben den beschriebenen Störungen der Chordaentwicklung können ungleichmäßige Segmentverschiebungen der rechten und der linken Wirbelsäulenhälfte die Ausbildung von Halbwirbeln verursachen, welche im weiteren Verlauf zu Keilwirbeln umgeformt werden. Die von STIEVE aufgestellte Theorie der Selbständigkeit der Wirbelhälften erklärt diese von LEHMANN-FACIUS als hemimetamere Segmentverschiebung bezeichnete Entwicklungsstörung.

Die Entstehung von dorsalen oder ventralen Halbwirbeln wird von SCHMORL-JUNGHANNS durch das Fehlen der Blutgefäßeinsprossung von dorsal bzw. ventral in die Wirbelkörperanlage und somit ausbleibender Verknöcherung erklärt. TÖNDURY und THEILER dagegen sehen die ursächliche Störung in der Bildung mangelhafter Chordasegmente. Die Kenntnis über den Mechanismus der Entstehung von Wirbelsäulenfehlbildungen, deren Grundlage tierexperimentelle und speziell experimentalgenetische Untersuchungen bilden (HADORN, THEILER, MATTER, DUNN-GLUECKSON, SHANDS, SINCLAIR, SMITH, MORGAN), ist auf die menschliche Embryonalentwicklung übertragbar, da OTIS und BRENT eine zeitliche und auch organogenetische Übereinstimmung nachweisen konnten.

Der Begriff der Wirbelsäulenvariationen umfaßt numerische und morphologische Variationen. Die erstere drückt sich in einer Vermehrung oder Verminderung der Gesamtwirbelzahl aus, die beim Menschen

keinen großen Schwankungen unterworfen ist. Hingegen handelt es sich bei der morphologischen Variation um eine Vermehrung oder Verminderung der Wirbelzahl einzelner Segmente auf Kosten der Nachbarsegmente. Hauptsächlich wird die Form der Wirbelquerfortsätze an den Wirbelsäulengrenzgebieten betroffen (PUTTI, SCHMORL-JUNGHANNS) meist in Verbindung mit gleichartigen Variationen der zugehörigen Muskeln, Blutgefäße und Nerven (KÜHNE, REITER, KEMPERMANN, STARCK, TORGERSON, ADOLPHI, LIECHTI). Die Wirbelsäulenvariationen können kranial oder kaudal gerichtet sein. Bei der kaudalen Form finden sich Variationen an mehreren bis zu vier Grenzgebieten, während sie bei der kranialen Form nur an ein oder zwei Übergangsregionen in Erscheinung treten (KÜHNE, LENZ, JUNGHANNS, ROSENBERG).



Diesen Variationsformen liegt das Erbmerkmal 'Richtungstendenz' zugrunde, ausgedrückt durch das Allelenpaar (Erbanlagepaarling) CrCr bei der kranialgerichteten Variationsform, während die kaudale Variante durch das Allelenpaar crcr charakterisiert wird (WANKE, FISCHER, KÜHNE-TSCHETSCHIN). Die kopfwärts gerichtete Variante verhält sich dominant gegenüber der steißwärts variierenden

Form (FRIEDEL). Neben diesen beiden reinerbigen Varianten gibt es auch eine Mischform der Genkombination CrCr, von KÜHNE als 'phänotypische Norm' bezeichnet. Das bedeutet, daß auf Grund der fehlenden Penetranz des Variationsfaktors nur ein als morphologisch latent in Erscheinung tretender Typ der einen oder anderen reinerbigen Form zu beobachten ist.

Der Variationsbildung innerhalb der einzelnen Entwicklungsstufen liegt eine Steuerung durch jeweils mehrere Gene zugrunde (SAUNDERS, ZWILLING, ZÜNKELER).

Untersuchungen der vergleichenden Erbpathologie an größeren Geschlechterreihen ergaben einen autosomal-rezessiven Erbgang (DUNN-GLUECKSON-SCHOENHEIM-CURTIS-DUNNING-GRÜNEBERG). Nach Untersuchungen von THEILER ist der Zeitpunkt der Einflußnahme der für die Variationsbildung verantwortlichen genetischen Faktoren im Stadium der knorpeligen Primordialanlage zu suchen.

Beide Variationsformen werden ab sechstem Foetalmonat röntgenologisch durch nichtangelegte Ossifikationspunkte im Bereich des ersten Sakralwirbels im Falle der doppelseitigen Lumbalisation und durch zwei zusätzliche Ossifikationspunkte im fünften Lendenwirbel bei der beidseitigen Sakralisation erkennbar (RETTIG, IMHÄUSER, JUNG-HANNS). Für die spätere knöcherne Verbindung wird ein dreieckig gestalteter Knochenkern angelegt, für die später gelenkige Form ein tropfenförmiger (IMHÄUSER). Bei Kindern im Alter von eineinhalb Jahr^{en} sind auf dem Röntgenbild ein oder zwei Sakralisationskerne zu erkennen, die bei drei Jahre alten Kindern Anschluß an den letzten Lendenwirbel bekommen und bei fünf- bis sechsjährigen eine feste Verbindung mit dessen Querfortsatz zeigen. Die Entwicklung ist mit 20 bis 22 Jahren endgültig unter Ausbildung von ein oder zwei Assimilationsflügeln, bestehend aus einer Pars transversa und einer Pars costalis, abgeschlossen (RETTIG, MARTIUS, MEYER-BORSTEL, WENZL, IMHÄUSER).

Die bereits den Anatomen und Zoologen des Mittelalters bekannten lumbosakralen Assimilationsstörungen erfuhren bezüglich ihrer Definition (LUSCHKA, HEISE, RADTKE, RÖVEKAMP, JUNGHANNS), ihrer Häufigkeit und ihrem Krankheitswert die unterschiedlichsten Beurteilungen.

Die Schwankungsbreite der folgenden Häufigkeitsangaben ist verständlich, wenn die Verschiedenartigkeit des Untersuchungsmaterials und dessen Zuordnung berücksichtigt wird.

Häufigkeit in %:	Sakralisation	Lumbalisation	zusammen
Lübke	1,0	9,0	10,0
Hirsch	1,3	2,4	3,7
Blumensaat-Clasing	2,8	2,2	5,0
Léri	4,0	6,0	10,0
Hueck, Heise	4,2	1,3	5,5
Martius (Frauen)	12,8	11,0	20,0
Brandt	3,7	2,4	6,1

Ebenso vielfältig sind auch die Meinungen über die zum Krankheitsbild der "sacralisation douloureuse" (LE DOUBLE, WEIL, TALIA) führenden Ursachen:

Bertolotti, Riosalido, Schmieden, Lange	Nervenkompensation
Stohr, Beck, Meyer-Borstel	Periostitis der nicht sakralisierten Seite, chron. def. Entzündung der sakralisierten Seite
Meyer-Burgdorff	Periostreizung
Ingebrigsten	Irradiierende Neuralgien
zur Verth	Verziehung des Rückenmarkskanals
Warner, Schilt, Witt	Arthrosen im Assimilationsgelenk
Moser, Müller	Überbelastung der Muskulatur
Albrecht	Kippstellung des fünften Lendenwirbels
Junghanns	Osteochondrosis lumbosacralis

MEYER-BORSTEL und RETTIG setzten die röntgenologisch faßbaren Veränderungen der lumbosakralen Übergangsregion im Sinne von Assimilationsstörungen in Korrelation zu klinischen Beobachtungen. Dabei kristallisierten sich bedingt und abolut sichere Beziehungen zu Beschwerden in Form von Kreuzschmerzen heraus (HOHMANN, LEFORT-INGEBRANS, PHILIPP, ROHRBACH, SCHRADER, WEISS, SCHÜLLER).

Ein rein pathologisch-anatomisches Einteilungsschema ohne Einbeziehung der klinischen Problematik wurde von BLUMENSAAT-CLASING gegeben, ein röntgenologisch orientiertes von IMBERT. Das Problem, über das Vorliegen einer Lumbalisation oder Sakralisation ohne Wirbelsäulenganzaufnahme zu entscheiden, lösten BRANDT und HOLITSCH. Mittels Ganzaufnahmen der Wirbelsäule und Lendenwirbelsäulenaufnahmen, zu vergleichender Betrachtung herangezogen, konnten sie eine Unterteilung in drei Typen (Normaltyp zu 50 %, Typ 2 und 3 zu je 25 %) vornehmen, die ein konstantes Verhältnis der Querfortsätze des dritten und vierten Lendenwirbels zu denen des fünften Lendenwirbels in 95,5 % der Fälle aufwiesen. Nach FRIEDEL, der allerdings kein vergleichbares Material aufzuzeigen vermochte, läßt dieses Vorgehen keine eindeutige Beurteilung zu.

Neben der unumstrittenen Bedeutung der lumbosakralen Übergangsstörungen für die Skoliosenentstehung (BÖHM, MEYER-BORSTEL, WENZL, RIOSALIDO, LANGE, ZOLLINGER) wurde jetzt auf deren Auswirkung auf die kleinen Wirbelgelenke hingewiesen, die sich durch die veränderte Wirbelsäulenstatik im Auftreten frühzeitiger Arthrosenbildung in diesen Gelenken äußert (BROCHER, GÜNTZ, KELLER, LANGE, RUCKELSHAUSEN, BAUMANN).

Besonders bei asymmetrischen Assimilationsformen wird eine Schädigung nicht nur der präsakralen, sondern auch der darüber liegenden Bandscheiben nicht ausbleiben (RETTIG, BLUMENSAAT-CLASING, REIMERS, HILDEBRANDT). Das Zusammentreffen von lumbosakralen Übergangsstörungen mit einem Bandscheibenprolaps zwischen L_4 / L_5 oder L_5 / S_1 geben SCHEUER in 15 - 20 %, GILLESPIE

in 16,4 % an; ALBRECHT findet bei Sakralisationen niemals, bei Lumbalisationen häufiger einen Bandscheibenprolaps, während BRAUN auf den Zusammenhang zu doppelseitiger Lumbalisation und einseitiger Sakralisation hinweist. Bei wegen Bandscheibenprolaps in diesem Bereich operativ behandelten Patienten fanden sich in 19 %, bei konservativ Behandelten in 16 % Assimilationsstörungen lumbosakral (WEIGERT u. HIPPE).

Da viele Patienten mit Beschwerden, die denen der Lumbago (remittierende primäre oder sekundäre Schmerzen im Kreuz- oder Lendenbereich ohne Ausstrahlung) oder der Ischias (Schmerzen, die von den unteren Rückenpartien in die Beine ausstrahlen) entsprechen, auch lumbosakrale Assimilationsstörungen aufwiesen, wurde nach einem möglichen Zusammenhang gesucht (ERLACHER, ÜBERMUTH).

Die Assimilationsstörung kann als Schmerzzursache anerkannt werden, wenn eine hartnäckig rezidivierende Lumbago dem Ort der Übergangsstörung entspricht und andere ursächliche Faktoren ausgeschlossen werden können (STOHR, ZOLLINGER, INGEBRIGSTEN, ALBRECHT, BRANDIS, KÖHLER-ZIMMER, KREBS, LEO, HEIDSICK, GOLDTHWAIT, RETTIG, DE ROSSI, BERTOLOTTI, MEYER-BURGDORFF, BLUMENSAAT-CLASING). Für eine möglicherweise enge Beziehung zwischen Lumbago und assimilierten lumbosakralen Wirbeln sprechen Ergebnisse von LANGHANS: Bei einem Lumbagopatientengut von 1347 Fällen wurden in 32,06 % lumbosakrale Übergangswirbel gefunden, bei einer Kontrollgruppe in 5 %. Hingegen fand GOLJANITZKI Sakralisationen nur in 0,6 % bei Lumbagopatienten. Nach Angaben von KIENBÖCK sollen Beschwerden im Sinne einer Ischias hauptsächlich bei der asymmetrischen Sakralisation auftreten.

Eine für die Geburtshilfe bedeutsame Komplikation ist die des Assimilationsbeckens, von KIRCHHOFF in drei verschiedenen Schweregraden beschrieben. Die operative Komplikationsfrequenz soll der des engen Beckens mit 0,59 % entsprechen (MAURER-POST-AMON, ALEXANDROW).

Da sowohl hinsichtlich Definition und Häufigkeit als auch Krankheitswert der lumbosakralen Assimilationsstörungen große Diskrepanzen bestehen, erscheint es sinnvoll, in dieser Arbeit unter Berücksichtigung der entwicklungsphysiologischen und entwicklungspathologischen Erkenntnisse eine Überprüfung der bereits vorliegenden Ergebnisse vorzunehmen.

B METHODIK

Zur Differenzierung der röntgenologischen Erscheinung von lumbosakralen Assimilationsstörungen

Es wurden 3261 Röntgenaufnahmen der Lendenwirbelsäule ausgewertet (1514 = 46,4 % männliche und 1747 = 53,6 % weibliche Patienten), die in der Zeit von 1960 bis 1967 in der Röntgenabteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Britz aufgenommen wurden.

Folgende Differenzierung der lumbosakralen Übergangsstörungen wurde vorgenommen:

1. Doppelseitige Lumbalisation
2. doppelseitige Sakralisation
3. Hemisakralisation
4. Präassimilatorische Störungen bzw. angedeutete
Sakralisation

Die immer wiederkehrenden typischen Querfortsatzformen des fünften Lendenwirbels wurden hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Ausbildungsgrade einer eingehenden Formanalyse unterzogen.

Die Festlegung des fünften Lendenwirbels erfolgte nach den von BRANDT und HOLITSCH angegebenen Kriterien.

Die einzelnen Sakralisations- und Lumbalisationsformen erfuhren ihre Beurteilung nach den von JUNGHANNES beschriebenen Definitionen.

Neben den direkt lokal wirksam werdenden Folgen der Übergangswirbel - beispielsweise Nearthrosenbildung im Assimilationsgelenk oder Schädigung der präsakralen Bandscheibe - wurden die Auswirkungen auf Skoliosenentstehung, Bandscheibenverschleißerscheinungen und Arthrosenbildung in den kleinen Wirbelgelenken besonders berücksichtigt.

Die Beziehungen zu klinischen Manifestationen wie Lumbago, Lumbalgien, Ischialgien sowie deren Mischbild in Zusammenhang mit den ein-

zelen Formen der Übergangsstörungen im lumbosakralen Bereich wurden überprüft.

Die Erscheinung der Pseudosakralisation, die durch degenerative Veränderungen das Bild einer echten Assimilationsstörung mit völlig normal ausgebildetem Querfortsatz des fünften Lendenwirbels imitieren kann, wurde nicht mit in die Auswertung einbezogen.

Ergebnisse

Die in 636 Fällen = 16,4 % beobachteten lumbosakralen Assimilationsstörungen einschließlich der präassimilatorischen Störungen verteilen sich alters- und geschlechtsmäßig folgendermaßen:

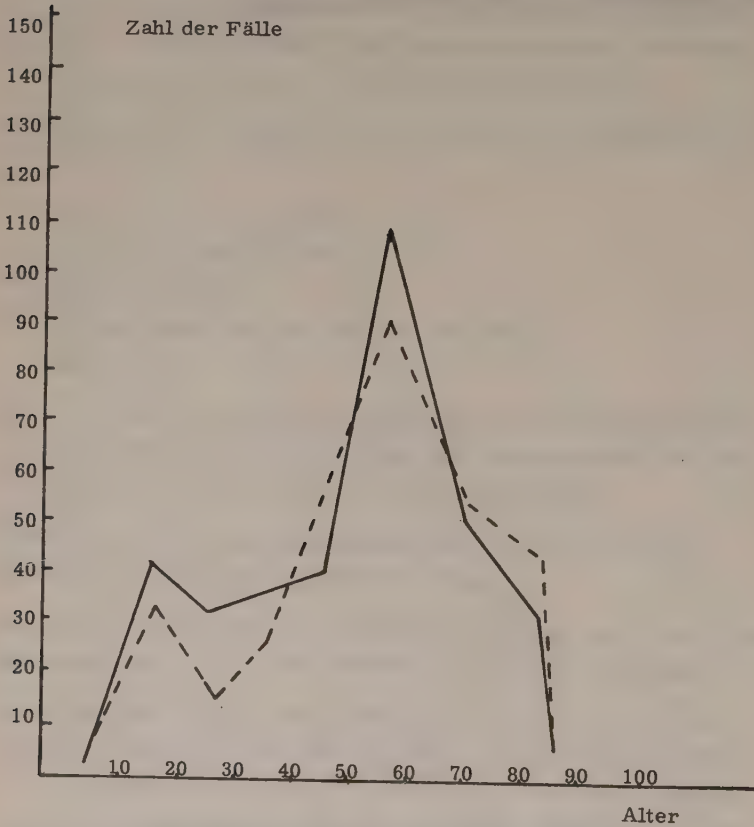


Abb. 1: Alter und Geschlecht im Verhältnis zum Auftreten von Wirbelsäulenbeschwerden bei Patienten mit lumbosakralen Assimilationsstörungen

Männer -----
Frauen - - - - -

Bei den ausgewerteten Aufnahmen fanden sich lumbosakrale Übergangsstörungen in 16,4 %, nach Abzug der präassimilatorischen Formen in 11,9 %. Die Verteilung auf die einzelnen Formen zeigt die folgende Graphik:

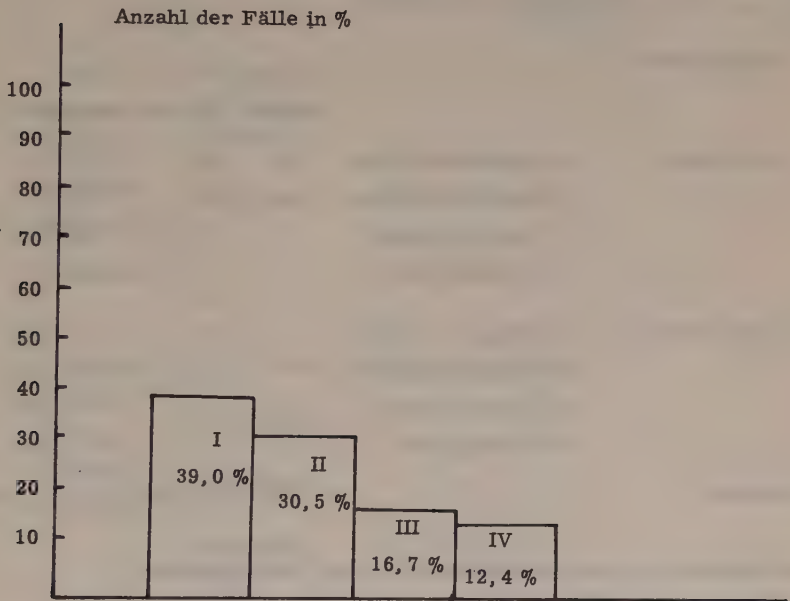


Abb. 2: Aufteilung der lumbosakralen Assimilationsstörungen in

- I Angedeutete Sakralisation
- II Sakralisation
- III Hemisakralisation
- IV Lumbalisation

Tabelle 1 stellt die Lumbalisationsformen in ihrer Häufigkeit und ihren verschiedenen Erscheinungsbildern dar. "Vollständig" soll das gänzliche Herauslösen, "unvollständig" das teilweise Heraustreten des ersten Kreuzbeinwirbels aus dem Kreuzbeinmassiv bedeuten.

Lumbalisation

		Männer	Frauen	Zusammen
I. Vollständig	a) symmetrisch bds.	4	4	8 = 9,0 %
	b) asymmetrisch bds.	1	1	2 = 2,2 %
	c) 1-seitig rechts	1	2	3 = 3,4 %
	d) 1-seitig links	4	4	8 = 9,0 %
II. Unvollständig	a) symmetrisch bds.	11	26	37 = 41,8 %
	b) asymmetrisch bds.	10	16	26 = 29,2 %
	c) 1-seitig rechts	1	1	2 = 2,2 %
	d) 1-seitig links	1	2	3 = 3,4 %
Ergebnisse		33 = 37,0 %	56 = 63,0 %	89 = 12,4 %

Die Kombination einer Lumbalisation, die auf der einen Seite knöchern und auf der anderen Seite gelenkig ausgebildet war, konnte nicht beobachtet werden.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über das Auftreten von Skoliosen, fehlendem Bogenschluß und Lendenrippen im Zusammenhang mit Lumbalisationerscheinungen.

	Lumbalisation	Skoliosen		fehlender Bogenschluß			Lendenrippen	
		rechts	links	S1	S2	L5	bds.	re li
Männer	unvollständig	6	2	8	1	1	4	
Anzahl: 33	bds.							
Durch-	vollständig	1	3					
schnitts-	bds.							
alter: 34, 6	vollständig	1	2					
	li.							
Zusammen		8	7	8	1	1	4	
Frauen	unvollständig	12	7	9	1	1		1
Anzahl: 56	bds.							
Durch-	unvollständig	2	2					
schnitts-	li.							
alter: 43, 2	unvollständig	-	1					
	re.							
	vollständig	3	2					
	bds.							
Zusammen		17	12	9	1	1		1
Gesamtzahl		25	19	17	2	2	4	1
Ergebnisse		44		21			5	

Tabelle 3

Sakralisation

	Männer	Frauen	Zusammen
I. Vollständig			
a) symmetrisch bds.	36	49	85 = 28,4 %
b) asymmetrisch bds.	9	13	22 = 7,4 %
II. Unvollständig			
a) symmetrisch bds.	30	25	55 = 18,4 %
b) asymmetrisch bds.	17	6	23 = 7,7 %
III. Kombiniert knöchern- gelenkig	3	3	8 = 2,7 %
Ergebnisse	95 = 49,3 %	98 = 50,7 %	193 = 30,5 %

Tabelle 3 stellt die verschiedenen doppelseitigen Sakralisationsmöglichkeiten dar,

wobei "vollständig" knöcherne und "unvollständig" gelenkige Assimilation be-
deutet.

Tabelle 4

	Sakralisation	Skoliosen rechts links	fehlender Bo- genschluß S1 S2 L5 L4	Lendenrippen bds. re li
Männer	vollständig	10 14	14 13 2	37
Anzahl: 95	unvollständig	10 13		
Durchschnitts- alter: 49, 6	kombiniert	2 2		
Zusammen		22 29	14 13 2	37
Frauen	vollständig	10 19	4 12	57 2
Anzahl: 98	unvollständig	8 13		
Durchschnitts- alter: 48, 5	kombiniert	2		
Zusammen		20 32	4 12	57 2
Gesamtzahl		42 61	18 25 2	94 2
Ergebnisse		103	45	96

Einige Besonderheiten bei der doppelseitigen Sakralisation:

Fälle

Sakralisation von L4 und L5	1
Offener Hiatus sacralis	1
Verknöcherte Ldg. Ileoolumbalia	2
Blockwirbel	1

Die folgende Gruppe ist die der Hemisakralisation, die tabellarisch genauso wie die beiden vorausgehenden aufgeführt wird:

Tabelle 5

Hemisakralisation

	Männer	Frauen	Zusammen
I. Vollständig			
a) einseitig rechts	16	8	24 = 8,3 %
b) einseitig links	5	7	22 = 7,4 %
II. Unvollständig			
a) einseitig rechts	10	10	20 = 6,7 %
b) einseitig links	23	17	40 = 13,3 %
Ergebnisse	54 = 51,0 %	52 = 49,0 %	106 = 16,7 %

Tabelle 6

	Hemisakral- sation	Skoliosen rechts links	fehlender Bo- genschluß S1 L5 L4	Lendenrippen bds. re li
Männer	links	6	10	22
Anzahl: 54	rechts	8	3	3
Durchschnitts- alter: 52,1				
Zusammen		14	10	22
Frauen	links	10	3	3
Anzahl: 52	rechts	6	2	24
Durchschnitts- alter: 55,3				1
Zusammen		16	2	24
Gesamtzahl		30	12	46
Ergebnisse		76	6	4
			19	54

Die letzte Gruppe erfaßt die sog. angedeuteten Sakralisationen. Sie wird in 3 Untergruppen gegliedert (I - III). Die Auswertung geschah in der gleichen Weise wie bei den ersten drei Gruppen:

Tabelle 7

Angedeutete Sakralisation

		Männer	Frauen	Zusammen	
A. I. L5:					
Querfortsätze haben	bds.	33	13	46	73 = 29,8 %
durch Zapfenbildung	rechts	5	4	9	
Kontakt zum Kreuzbein	links	11	7	18	
II. L5:					
Querfortsätze haben	bds.	18	23	41	71 = 28,6 %
Zapfen, aber keinen	rechts	9	8	17	
Kontakt zum Kreuzbein	links	5	8	13	
III. L5:					
Zapfenbildung einer-		16	15	31	= 12,5 %
seits mit KB-Kontakt					
andererseits keinen					
Zusammen		97	78	175	
B. I. L5:					
Querfortsätze hyper-	bds.	14	9	23	32 = 13,4 %
trophisch und mit	rechts	1	1	2	
Kreuzbeinkontakt	links	4	3	7	
II. L5:					
Querfortsätze hyper-	bds.	15	4	19	= 7,8 %
trophisch, aber kein	rechts				
Kreuzbeinkontakt	links				
III. Kombination von					
hypertrophischen		2			
Q. F. 's mit und					
ohne KB-Kontakt					
Zusammen von A und B		36	17	53	
C. Kombination von A und B		15	5	20	= 8,6 %
Ergebnisse von A - C		183	141	248	
		= 56,1 %	= 43,9 %	= 39,0 %	

KB = Kreuzbeinkontakt

QF = Querfortsätze

Tabelle 8

	Angedeutete Sakralisation	Skoliosen rechts links	fehlender Bo- genschluß S1 S2 L5	Lendenrippen bds. re li
Männer	bds.	16 30	30 5	10 2 1
Anzahl: 183	links	3 14		
Durchschnitts- alter: 51	rechts	7 5		
Zusammen		26 49	30 5	10 2 1
Frauen	bds.	28 31	15 1	18 2 1
Anzahl: 141	rechts	1 8		
Durchschnitts- alter: 58, 1	links	2 14		
Zusammen		31 53	15 1	18 2 1
Gesamtzahl		57 102	45 6	28 4 2
Ergebnisse		159	51	34

Einzelbefunde innerhalb der vierten Gruppe:

"schiefes Sakrum"

Fälle

1

verkalktes Lig. supraspinale

4

hypoplastischer Querfortsatz

1

offener Hiatus sacralis

1

Die gleichzeitige Lumbalisation und Sakralisation ließ sich in dem gesichteten Material nicht beobachten.

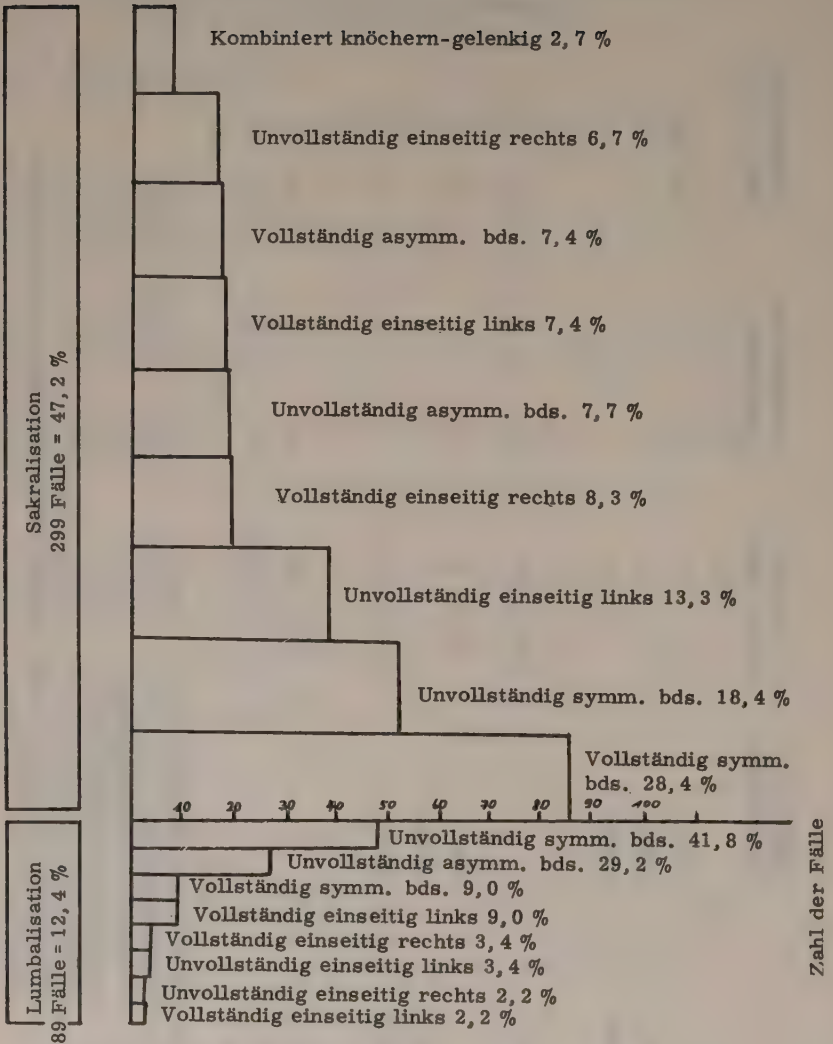


Abb. 3

Die folgende Übersicht zeigt die in Zusammenhang mit lumbosakralen Übergangsstörungen beobachteten Lendenrippen und fehlenden Bogenschluß:

Tabelle 9

	Fehlender Bogenschluß				Lendenrippen			
	S1	S2	L5	L4	zus.	bds.	re	li
Lumbal- isation	17	2	2		21	4		4
Sakralisa- tion	18		25	2	45	94	2	96
Hemisakra- lisation	12		6	1	19	46	4	54
Angedeute- te Sakr.	45		6		51	28	4	34
keine Assi- milationsstö- rungen	20		4		24	15	1	16
Gesamtergeb- nis	112	2	43	3	160	187	11	204
					4,9 %			6,02 %

Von den insgesamt 3261 Aufnahmen der Lendenwirbelsäule konnte in 4,9 % ein fehlender Bogenschluß und in 6,02 % Lendenrippen festgestellt werden.

Den Zusammenhang zwischen Assimilationsstörungen und Skoliosen zeigt die nächste Tabelle. Die Gesamtzahl der Skoliosen beträgt 382, davon gehören 185 in die Kategorie der tiefen versteckten Lumbalskoliose (82 Männer, 103 Frauen).¹⁾ Die restliche Zahl ist auf osteoporotische Verformungen von L5 u. a. und weitere degenerative Veränderungen in diesem Bereich zurückzuführen.

Tabelle 10

	Skoliosen		Zusammen
	rechts	links	
Lumbalisation	25	19	44
Sakralisation	42	61	103
Hemisakralisation	30	46	76
Angedeutete Sakralisation	57	102	159
Gesamtergebnis	154	228	382 = 53,1 %

Einige besondere Befunde bei allen 4 Gruppen sind im folgenden zusammengestellt:

Besondere Befunde	Fälle
Sakralisation L4 und L5	1
offener Hiatus sacralis	2
verkalkte Lig. iliolumbalia	5
Blockwirbel	1
"schiefes Sakrum"	1
hypoplastische Querfortsätze	2
verkalkte Lig. supraspinalia	6

1) d. h. durch eine der genannten Assimilationsformen bedingt

Um die Einteilungsschemata für die 4 gefundenen Hauptgruppen zu veranschaulichen, sind in den nachfolgenden Skizzen für jede Gruppe typische Querfortsatzformen eingezeichnet.

Tabelle 11

Lumbalisation

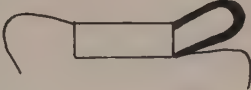
		Querfortsatzform
I. Vollständig	a) symmetrisch bds.	
	b) asymmetrisch bds.	
	c) 1-seitig rechts	
	d) 1-seitig links	
II. Unvollständig	a) symmetrisch bds.	
	b) asymmetrisch bds.	
	c) 1-seitig rechts	
	d) 1-seitig links	

Tabelle 12

Sakralisation

Querfortsatzformen

I. Vollständig

a) symmetrisch bds.



b) asymmetrisch bds.

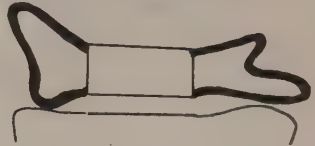


II. Unvollständig

a) symmetrisch bds.



b) asymmetrisch bds.



III. Kombiniert

knöchern-
gelenkig



Tabelle 13

Hemisakralisation

Querfortsatzformen

I. Vollständig

a) einseitig rechts

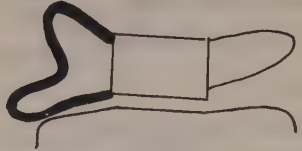


b) einseitig links



II. Unvollständig

a) einseitig rechts



b) einseitig links



Tabelle 14

Angedeutete Sakralisation

Querfortsatzformen

A. I. L5:

Querfortsätze haben
durch Zapfenbildung
Kontakt zum Kreuzbein



II.

Querfortsätze haben
Zapfen, aber keinen
Kontakt zum Kreuzbein



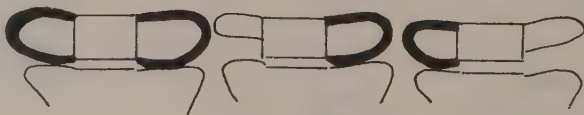
III. L5:

Zapfenbildung mit ein-
seitigem KB-Kontakt



B. I. L5:

Querfortsätze hyper-
trophisch und mit
Kreuzbeinkontakt



II. L5:

Querfortsätze hyper-
trophisch, aber kein
Kreuzbeinkontakt



III.

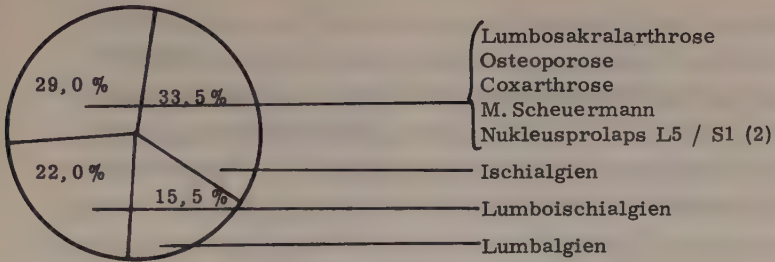
Kombination von hyper-
trophischen Q. F. 's mit
und ohne KB-Kontakt



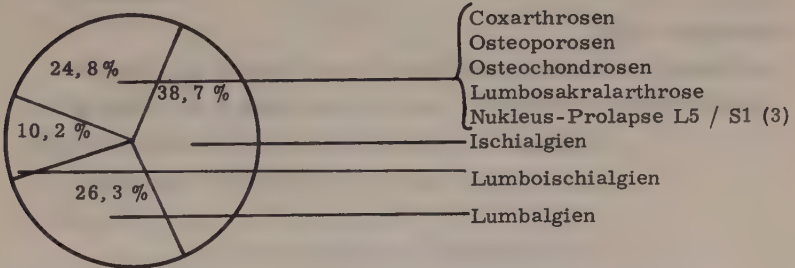
C. Kombination von A und B



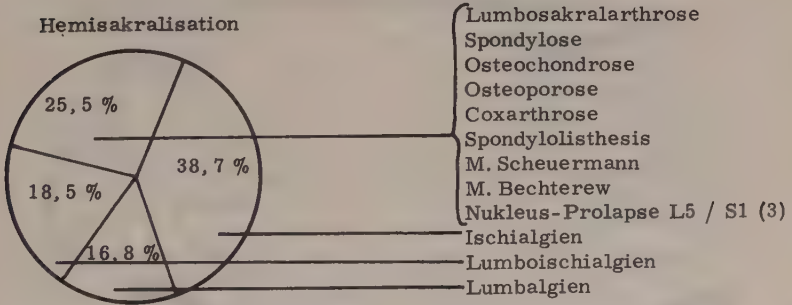
Lumbalisation



Sakralisation



Hemisakralisation



Angedeutete Sakralisation

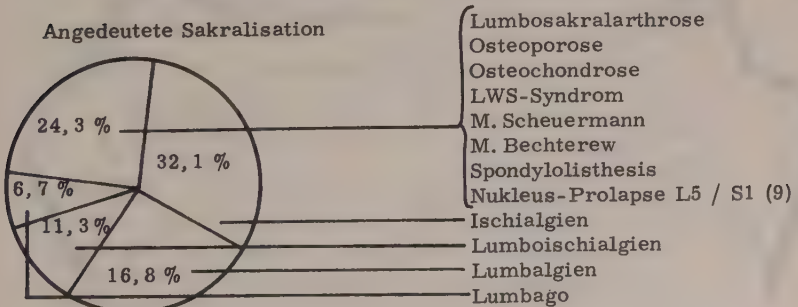


Abb. 4: Lumbosakrale Übergangsstörungen im Zusammenhang mit verschiedenen Krankheitsbildern

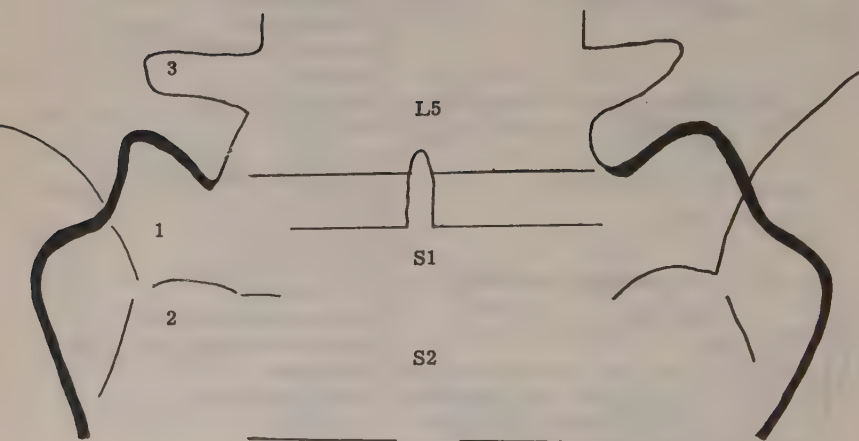
Allein aus der röntgenologisch erkennbaren Form der Querfortsätze des 5. Lendenwirbels und deren Beziehung zum Kreuzbein kann eine Aussage über die Art der Variation gemacht werden. So können die lumbosakralen Assimilationsstörungen bezüglich ihres Ausbildungsgrades bzw. ihrer Ausbildungsform und ihrer Häufigkeit in fünfzehn verschiedene Querfortsatztypen, die von A - O bezeichnet sind, unterteilt werden (siehe die folgenden Röntgenpausen).

Typ: A

Häufigkeit: 6,0 %

Zuordnung: Unvollständig beiderseits symmetrische Lumbalisation

Charakteristika: 1. Deutliche, von der Kreuzbeinmasse abgrenzbare Querfortsätze des 1. KBW mit kranialwärts strebender Tendenz, bds. fast gleichmäßig ausgebildet.
2. Keine scharfe Abgrenzung des unteren Querfortsatzteiles gegen den folgenden S2.
3. Unauffällige Querfortsätze von L5, eher klein ausgebildet.

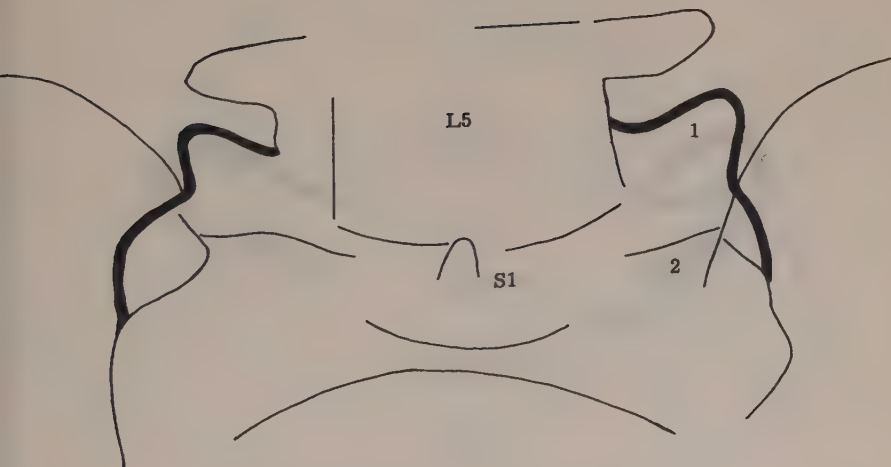


Typ: B

Häufigkeit: 4,9 %

Zuordnung: Unvollständige beiderseitige asymmetrische
Lumbalisation

Charakteristika: 1. Rechts oder links stärker ausgeprägte
massa lat, aus dem Kreuzbeinniveau heraus-
ragend.
2. Keine erkennbare Abgrenzbarkeit gegen das
Kreuzbein.

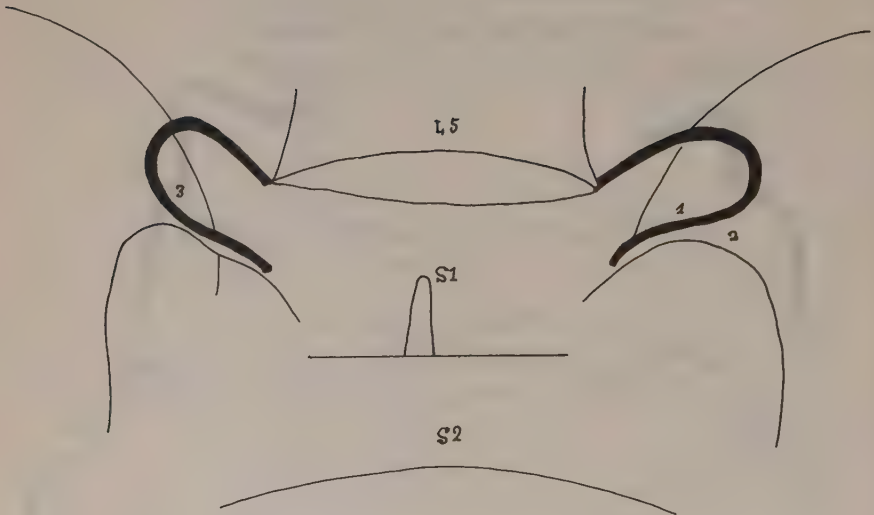


Typ: C

Häufigkeit: 1,25 %

Zuordnung: Vollständige beiderseits symmetrische Lumbalisation.

- Charakteristika:
1. Vollständige Herauslösung von S1 aus dem Kreuzbeinniveau.
 2. Deutlich abgrenzbarer Spalt gegen S2.
 3. Verhältnismäßig kleine plump aufgetriebene Querfortsätze.

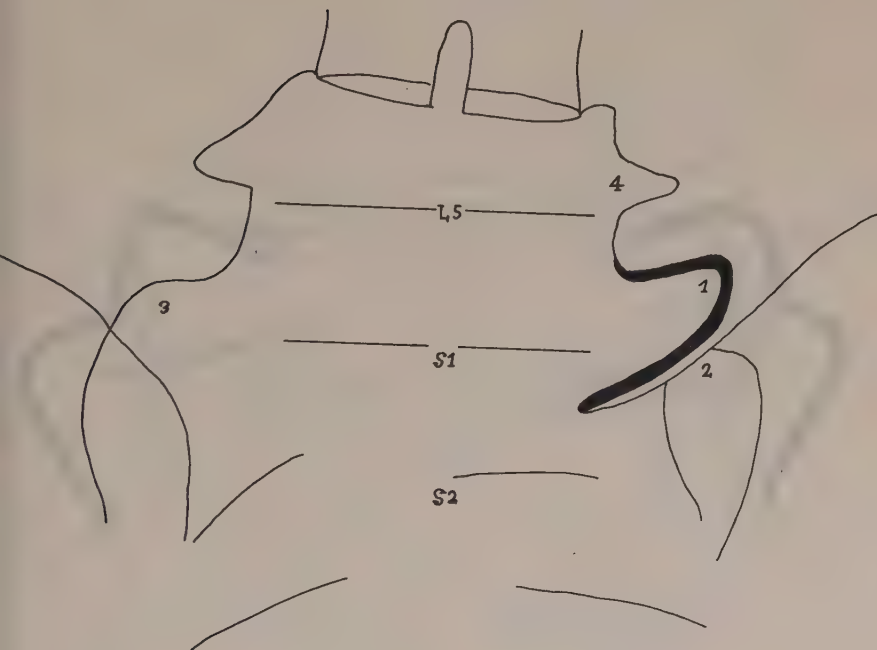


Typ: D

Häufigkeit: 1, 3 %

Zuordnung: Einseitige vollständige Lumbalisation

- Charakteristika:
1. Einseitig völlig aus dem Kreuzbeinniveau herausragender Querfortsatz von S1, eventuell mit Zapfen am kaudalen Teil des QF.
 2. Deutlicher Spalt zwischen S1 und S2 erkennbar.
 3. Die Gegenseite ist völlig in das Kreuzbein eingepaßt ohne erkennbare Abgrenzung.
 4. Die darüberliegenden Querfortsätze von L5 sind zierlich.



Typ: E

Häufigkeit: 13,4 %

Zuordnung: Vollständige symmetrische beidseitige Sakralisation

Charakteristika:

1. Zwei Anteile der massa lat. sind gegeneinander abgrenzbar; a) oberer, b) unterer Anteil!
2. Völlige Einbeziehung in das Kreuzbein.
3. Uncharakteristische Querfortsätze von L4.
4. Oft Kontakt mit den Darmbeinschaukeln.

Typ: F

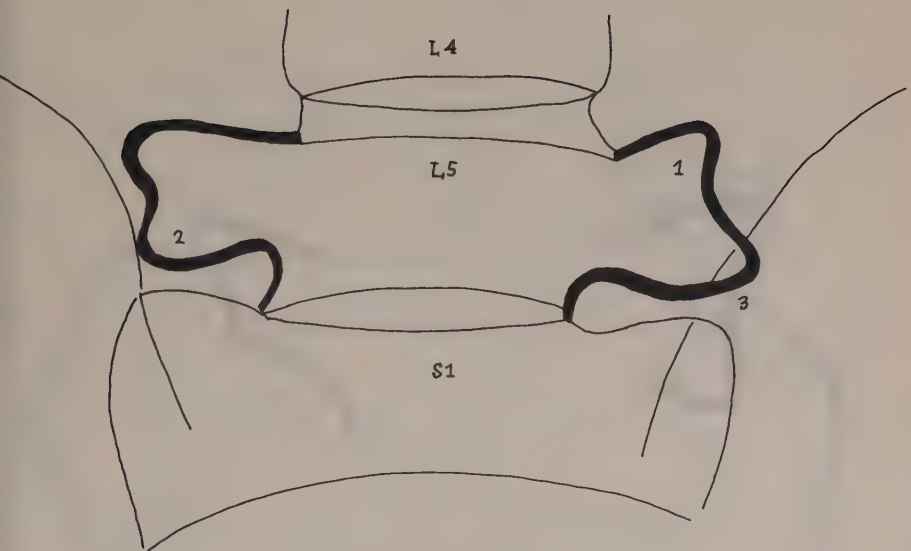
Häufigkeit: 8,6 %

Zuordnung: Unvollständige symmetrische beidseitige Sakralisation

Charakteristika: 1. Etwa gleichmäßig geformte obere und untere Anteile der QF's von L5.

2. Kranialer und kaudaler Querfortsatzanteil der einen Seite verhalten sich bezüglich der Größe umgekehrt zu dem der Gegenseite.

3. Gelenkige Verbindung mit dem Kreuzbein und deutlich erkennbare foramina intervertebralia.

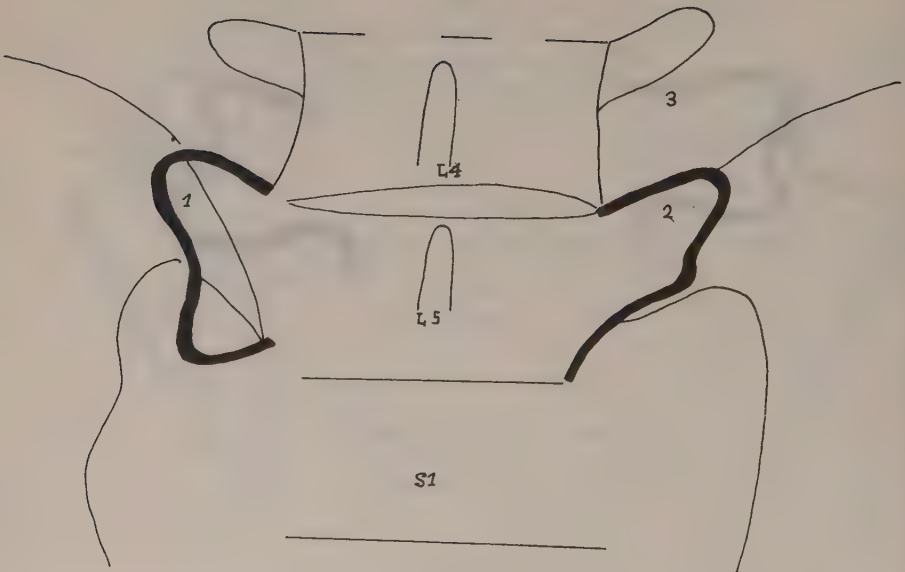


Typ: G

Häufigkeit: 3,6 %

Zuordnung: Unvollständige Sakralisation in asymmetrischer Form.

- Charakteristika:
1. Eine der beiden Seiten zeigt einen plumpen vom Kreuzbein durch einen Pseudogelenkspalt getrennten QF mit prominenterem oberen Anteil.
 2. Gegenseitig meist kleinerer, unterschiedlich geformter QF.
 3. L4 ohne Zapfenbildung.



Typ: H

Häufigkeit: 3,5 %

Zuordnung: Vollständige asymmetrische beidseitige Sakralisation

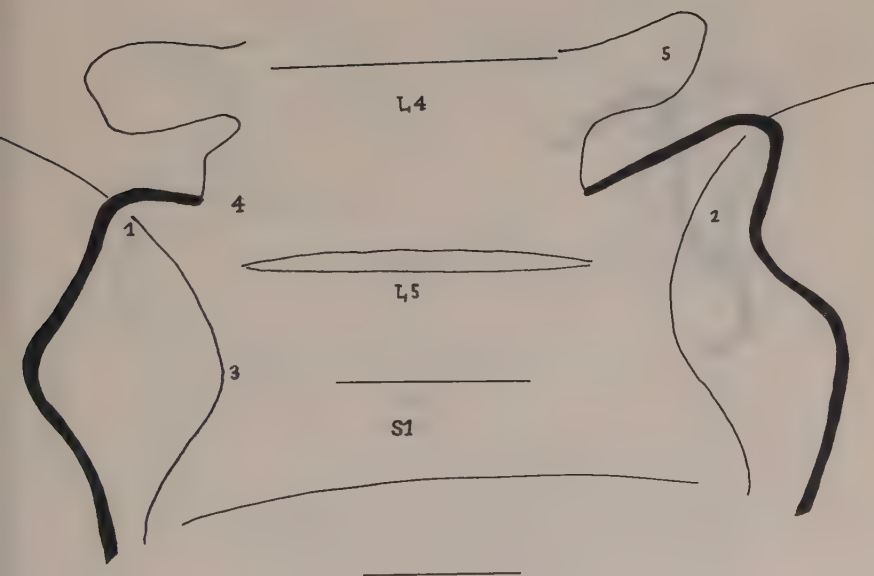
Charakteristika: 1. Verschieden groß ausgebildete obere Anteile von L5.

2. Die Zweiteilung des QF ist verschieden stark vollzogen.

3. Völlige Integration in das Sakrum.

4. Dadurch bedingtes schiefgestelltes Kreuzbeinplateau.

5. Plump gestaltete QF's von L4.



Typ: I

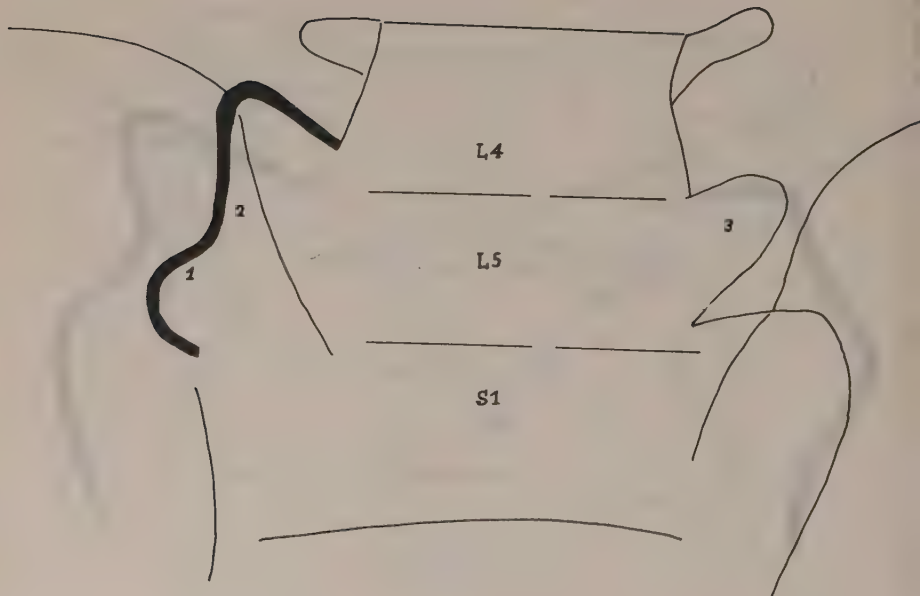
Häufigkeit: 6,9 %

Zuordnung: Vollständige oder unvollständige Hemisakralisation

Charakteristika: 1. Stärker oder fast gleichförmig ausgeprägter unterer Anteil.

2. Die Trennung beider QF-Anteile ist nicht scharf, beide können ineinander übergehen.

3. Die QF's der Gegenseite entsprechen der Ausbildungsform eines normalen L5.

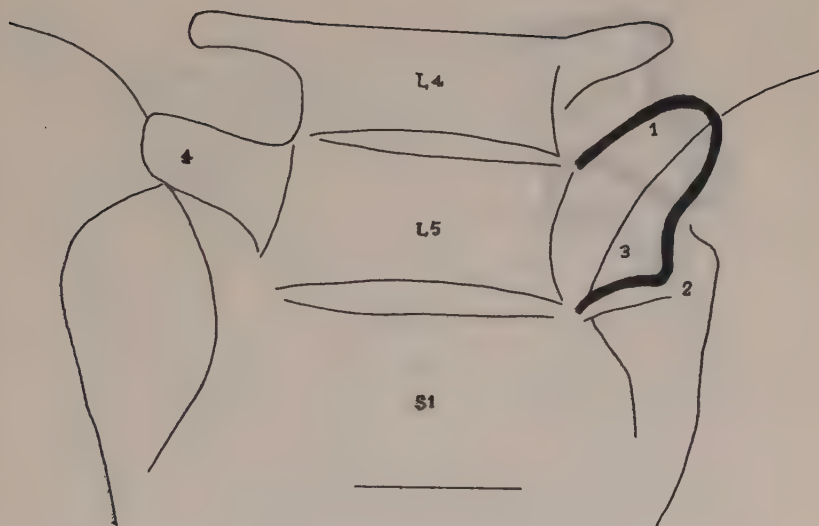


Typ: J

Häufigkeit: 6,3 %

Zuordnung: Unvollständige Hemisakralisation

- Charakteristika:
1. Stark ausgeprägter transversaler und schwächer ausgebildeter costaler Anteil.
 2. Gelenkige Kreuzbeinverbindung.
 3. Gute Abgrenzbarkeit des oberen Anteiles gegen den unteren.
 4. Uncharakteristische Gegenseite.

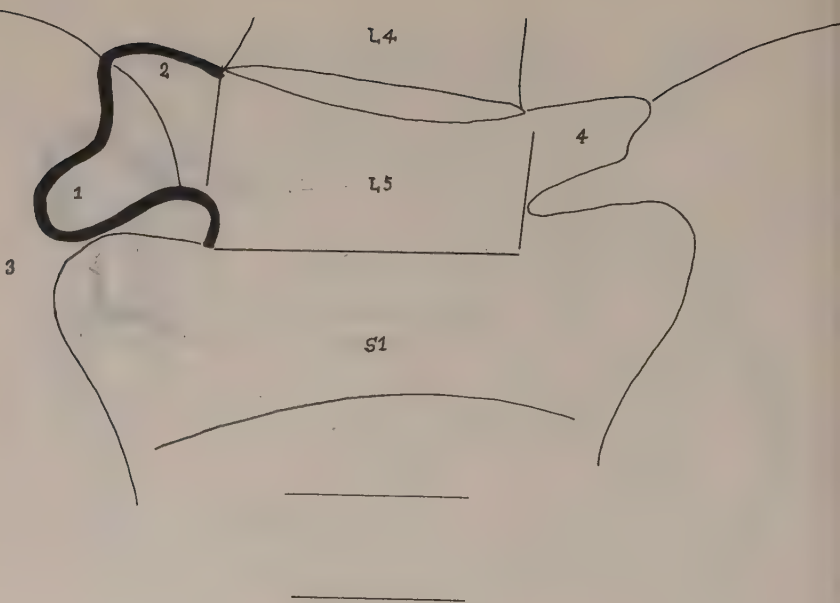


Typ: K

Häufigkeit: 2,4 %

Zuordnung: Unvollständige Hemisakralisation

- Charakteristika:
1. Stark ausschwingende untere Hälfte.
 2. Gegensätzlich dazu schwach betonter oberer Anteil.
 3. Unvollständige Beziehung zum Kreuzbein.
 4. Unauffällige Gegenseite.



Typ: L

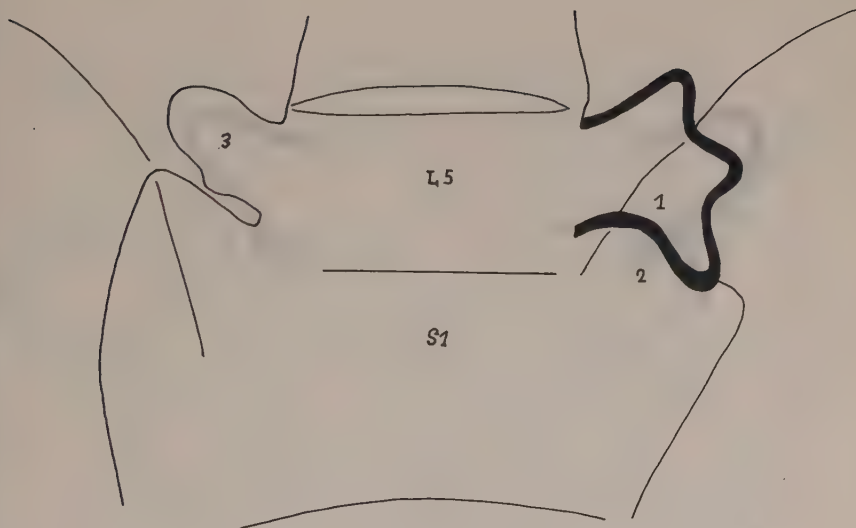
Häufigkeit: 1, 3 %

Zuordnung: Unvollständige Hemisakralisation

Charakteristika: 1. 3-zipfeliger QF mit Betonung des mittleren Abschnittes.

2. Abgrenzbarkeit gegen das Kreuzbein.

3. Die Gegenseite zeigt einen verplumpten QF.



Typ: M

Häufigkeit: 27,5 %

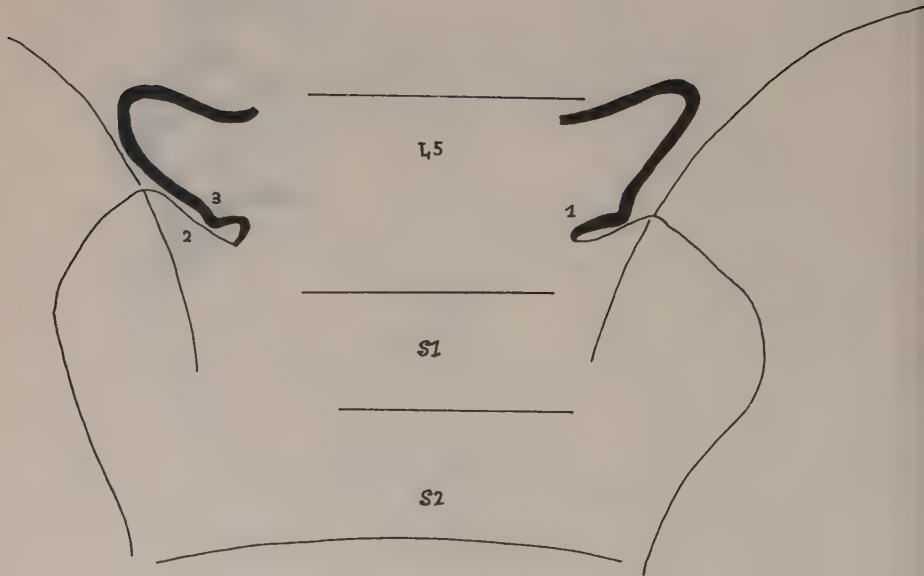
Zuordnung: Präassimilatorische lumbosakrale Übergangsstörung

Charakteristika: 1. Tropfenförmige Zapfenbildung am kaudalen

Abschnitt des QF rechts, links oder bds.

2. Vorhandener oder nicht vorhandener Kreuzbein-
kontakt.

3. Variierende Zapfengröße.



Typ: N

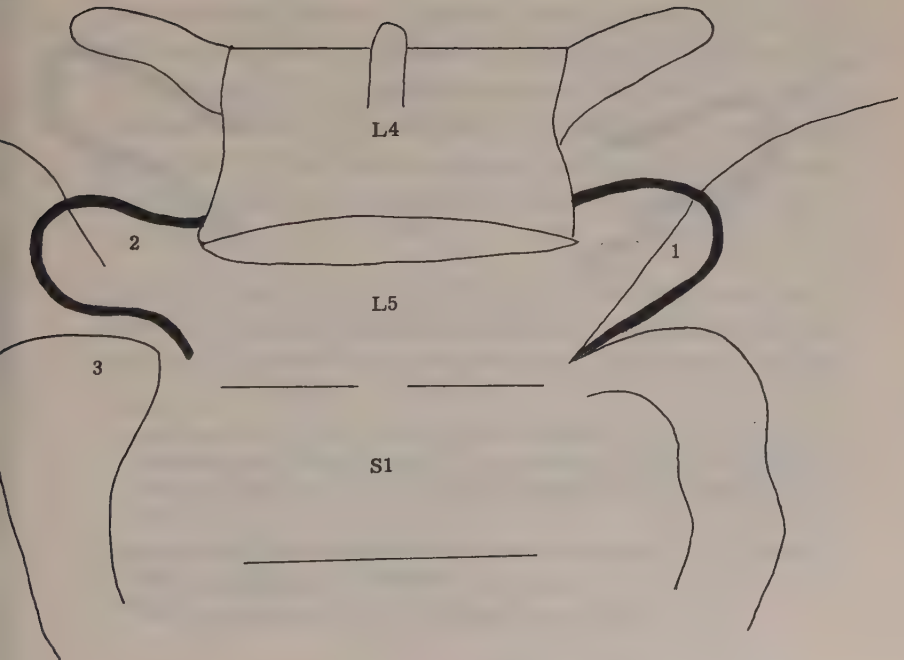
Häufigkeit: 8,3 %

Zuordnung: Präassimilatorische lumbosakrale Übergangsstörung

Charakteristika: 1. Die QF' s sind plump und zeigen keine Tendenz,
sich zu den Enden hin zu verjüngen.

2. Beide Seiten differieren in Länge und Breite.

3. Der Kreuzbeinkontakt fehlt oder ist vorhanden.



Typ: O

Häufigkeit: 3,2 %

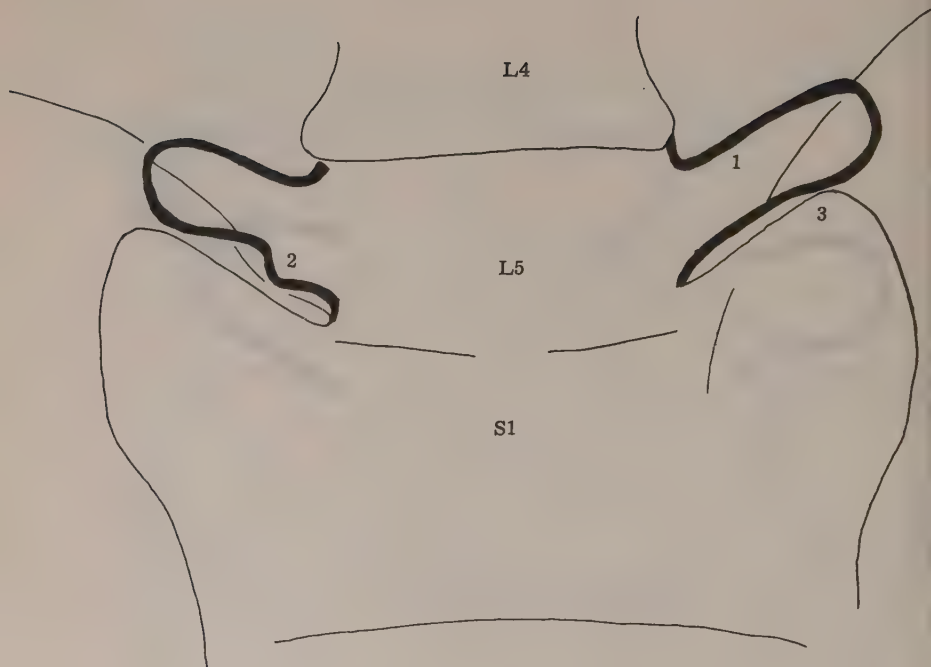
Zuordnung: Präassimilatorische lumbosakrale Übergangsstörung

Charakteristika: 1. Zapfenbildung auf der einen, Hypertrophie auf der anderen Seite.

2. Umgekehrtes Verhalten.

3. Mit oder ohne Kreuzbeinkontakt.

Dieser letzte Typ kann somit als eine Kombination der beiden vorher besprochenen Typen aufgefaßt werden.



Diskussion

Den zwischen 0,6 und 25 % schwankenden Häufigkeitsangaben der lumbosakralen Assimilationsstörungen, basierend auf pathologisch-anatomischen und röntgenologisch-klinischen Untersuchungsergebnissen mit unterschiedlicher Beurteilung und Einteilung durch die einzelnen Autoren, wie eingangs dargestellt, wird das Ergebnis der eigenen Untersuchungen mit 11,9 % gegenübergestellt. Diese Angabe enthält Lumbalisationen und Sakralisationen unter Ausschluß prä-assimilatorischer Störungen, die allein 4,5 % des gesamten Untersuchungsmaterials ausmachen.¹⁾

Eine Aussage über die Häufigkeit und die Ausprägungsformen der Übergangsstörungen im lumbosakralen Bereich bei einem repräsentativen Querschnitt der Gesamtbevölkerung lassen vorliegende Ergebnisse nicht zu, da es sich um ein ausgewähltes Patientengut handelt.²⁾

Der Häufigkeitsgipfel in der Altersverteilung sowohl der weiblichen als auch der männlichen Patienten, die Wirbelsäulenbeschwerden mit röntgenologisch festgestellten Assimilationsstörungen lumbosakral aufweisen, liegt bei 58 Jahren (Abb. 1). Vergleichbare Untersuchungen darüber, ob der Beschwerdebeginn bei Patienten ohne Assimilationsstörungen zu einem späteren Zeitpunkt anzusetzen ist, liegen nicht vor.³⁾

Der etwas höhere Anteil männlicher Individuen, wie sie auch MÜLLER, LERI, HEISE, JUNGHANNS fanden, ließe sich mit dem steiler in das männliche Becken eingebauten Sakrum erklären. Dies hät-

-
- 1) Die Beurteilung der Knochenbälkchenstruktur mittels tomographischer oder histologischer Untersuchungen ließe die genaueste Aussage über das Vorliegen einer bestimmten Übergangsstörung zu.
 - 2) Braun fand lumbosakrale Assimilationsstörungen in 3 - 5 % bei nicht selektioniertem Material.
 - 3) Über familiär gehäuftes Auftreten siehe Kühne.

te zur Folge, daß der fünfte Lendenwirbel zwischen den Alae ossis ilei eingeengt wird und somit bei Männern, bedingt durch diese anatomische Besonderheit, Beschwerden früher und häufiger als bei Frauen eintreten würden. (Niedrigeres Durchschnittsalter bei Männern als bei Frauen, s. Tab. 2, 4, 6, 8, von OLEJAK und SEIFFERT nicht bestätigt.)

Beziehungen zu einer bestimmten Art der Berufsausübung lassen sich nicht aufdecken, obwohl es vorstellbar ist, daß zusätzliche Belastungen der Wirbelsäule, die durch lumbosakrale Assimilationsstörungen bereits für vorzeitige degenerative Veränderungen prädisponiert ist, Anlaß zu rezidivierenden Kreuzschmerzen geben können.

Berücksichtigt man die Richtungstendenz der beiden Wirbelsäulenvarianten, so wird das Auftreten von Lendenrippen (zu ungefähr 20 % in ihrer thorakalen und 80 % in ihrer lumbalen Form, vermehrt bei Männern zu finden, vgl. MEYER-BURGDORFF, SEIFFERT, NEURATH, ALBANESE) bei Sakralisationen in 28,3 % und bei Lumbalisationen in 0,8 % verständlich. ¹⁾ Hier stellt sich die Frage, wie weit man eine Übergangsstörung im Sinne einer Kaudalisation des fünften Lendenwirbels interpretieren kann, wenn das dorsolumbale Übergangsgebiet im Hinblick auf die Ausbildung von Lendenrippen bewertet wird. In vielen, aber nicht allen Fällen kann eine dorsolumbale Übergangsstörung bestehen, so daß nicht in jedem Fall diese für die Beurteilung der lumbosakralen Übergangsstörungen herangezogen werden kann.

Ohne Zweifel ist die Sakralisation die häufigere Variante, wie die vorne zitierten Literaturangaben und die Ergebnisse der eigenen Un-

1) Im gesamten Material wurden Lendenrippen in 6,02 % verzeichnet (Tab. 9).

tersuchungen (Abb. 2, 3, Tabellen 1, 3, 5, 7) zeigen. Die von ROSENBERG angeführte Theorie, daß diese Formveränderung Ausdruck einer fortschreitenden Umgestaltung unserer Wirbelsäule sei und der Erhaltung und Förderung lebensstüchtigerer Formen, die der aufrechten Körperhaltung angepaßt sind, diene, bietet eine Erklärung für dieses Phänomen.

Das Verhältnis von Sakralisation zu Lumbalisation beträgt 3,9:1 (Abb. 3), übereinstimmend mit den bei KÜHNE beschriebenen Untersuchungen. Ein etwa umgekehrtes Verhältnis fand LERI, ohne jedoch eine Erklärungsmöglichkeit anzuführen.

Die in 12,4 % zu beobachtenden Lumbalisationsformen lassen ein Überwiegen der symmetrischen über die asymmetrischen und hier wieder ein Überwiegen der unvollständigen Ausbildungen, von BLUMENSAAT-CLASING in gleicher Weise beschrieben, erkennen. Die Ursache wäre in einer zwar nur teilweisen, aber gleichseitigen Differenzierungsstörung zum Zeitpunkt der knorpeligen Wirbelsäulenanlage mit folgender von RETTIG, IMHÄUSER und MARTIUS beschriebenen fehlenden Knochenkernanlage des ersten Sakralwirbels zu suchen. Die häufiger links- als rechtsseitig lumbalisierten Formen zeigen, übereinstimmend mit Angaben von KÜHNE, IMHÄUSER und SEIFFERT, daß allgemein linksseitige Variationsbildungen häufiger sind, möglicherweise durch eine größere Störanfälligkeit der linken Körperhälfte in den frühesten Entwicklungsstufen bedingt (KÜHNE).

Es fällt auf, daß die Beschwerden bei den Lumbalisationsformen sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Individuen in einem wesentlich niedrigeren Durchschnittsalter im Vergleich zu anderen Übergangsstörungen auftreten. Dies muß dahingehend gedeutet werden, daß in solchen Fällen durch den verlängerten rippenlosen Wirbelsäulenanteil frühzeitig auftretende Insuffizienzerscheinungen der Rückenmuskulatur zu Beschwerden führen, während die Sakralisation mit ihren nur vier beweglichen Segmenten in dieser Hinsicht als günstig anzusehen ist.

Ob das vermehrte Auftreten von rechtskonvexen Skoliosen in Verbindung mit lumbalisierten Sakralwirbeln durch einen auf dieser Seite schwächer ausgeprägten Muskel- und Bandapparat zu erklären ist, bleibt, da keine eindeutigen Korrelationen wie bei den Sakralisationsformen nachweisbar sind, zu bedenken.

Die doppelseitige Sakralisation, in 30,5 % beobachtet, wurde entgegen den Angaben von BLUMENSAAT-CLASING, aber übereinstimmend mit BRAILSFORD häufiger als die einseitige Sakralisation (16,7 %) gefunden. Im Gegensatz zu den Lumbalisationsvorgängen kommen hier die vollständig symmetrisch im Vergleich zu den unvollständig symmetrisch sakralisierten fünften Lendenwirbeln häufiger vor (Abb. 3, Tab. 3); die Kombination von einerseits knöcherner, andererseits gelenkiger Verbindung, von IMHÄUSER durch die Anlage zwei verschiedener Knochenkerne erklärt, wird von BLUMENSAAT-CLASING innerhalb ihres Einteilungsschemas als eigene Gruppe geführt, während sie in unserem Material nur in acht Fällen zu verzeichnen ist.

Die vermehrte Ausbildung von vollständig sakralisierten Formen läßt eine stärkere Penetranz des für diese Assimilation verantwortlichen Variationsfaktors, der zum Zeitpunkt seiner Einflußnahme in der Wirbelsäulenfrühentwicklung gleichseitig wirksam wird, vermuten.¹⁾

Die bei der Sakralisation auftretenden linkskonvexen Skoliosen können noch weniger überzeugend erklärt werden als die bei der Lumbalisation auftretenden rechtskonvexen Skoliosen (Tab. 4, 10).

Die Hemisakralisation, die prozentual etwas über die Hälfte der doppelseitigen Sakralisation ausmacht und die unterschiedlichsten Ausprägungen aufweist (Tab. 5, 13, Abb. 6), rechtfertigt auf Grund

1) Diese Vorgänge werden nach Nachtsheim durch das Einwirken von Cryptogenen erklärt.

dieser Tatsachen eine gesonderte Betrachtung, obwohl sie in den meisten bekannten Einteilungsschemata als Einzelgruppe unberücksichtigt bleibt. Diese innerhalb der Sakralisation als Sonderform zu betrachtende Variante läßt sich durch eine zum Zeitpunkt der paarigen Anlage eintreffende Differenzierungsstörung mit nachfolgender Überschußbildung einer Seite, nach IMHÄUSER, wie schon ähnlich bei den anderen Assimilationsformen beschrieben, durch eine einseitige zusätzliche Knochenkernanlage im Bereich des fünften Lendenwirbels deuten.

Bezüglich der Häufigkeit von vollständigen und unvollständigen Assimilationen rechts besteht kein Unterschied, während die unvollständigen Formen links in einer deutlich höheren Anzahl vertreten sind. Hierbei wird auf eine bereits gegebene Deutungsmöglichkeit verwiesen (s. S. 55), ebenso wie der mögliche ursächliche Zusammenhang zu der höheren Zahl männlicher Individuen schon erwähnt wurde (s. S. 53).

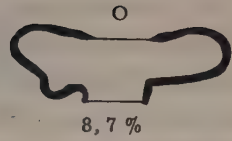
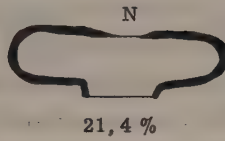
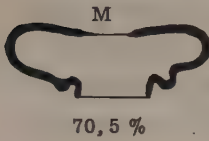
Die Ausbildung der Skoliosenkonvexität zeigt hier eine Übereinstimmung mit der Seitenlokalisation der Assimilationsstörung, da in den meisten Fällen entsprechend der häufiger links ausgebildeten halbseitigen Sakralisation sich auch die Konvexität der Skoliose auf der linken Seite findet (Tab. 6, 10).

Die dritte Gruppe der unter dem übergeordneten Begriff der Sakralisation zusammengefaßten Veränderungen der Querfortsätze des fünften Lendenwirbels umfaßt die angedeutete Sakralisation, die mit 39,0 % prozentual gesehen den größten Anteil ausmacht. Sie ist nicht als Assimilationsstörung, sondern als präassimilatorische Störung zu bewerten, da zusätzliche Knochenkerne als entwicklungsgeschichtlich begründetes Substrat fehlen (IMHÄUSER). Irreführend ist die Bezeichnung 'beginnende Sakralisation', die die ablaufenden Entwicklungsprozesse unberücksichtigt läßt. Wie bei den vorher beschriebenen Varianten sind auch hier auffallend häufig linkskonvexe Skoliosen zu vermerken, auch ist bezüglich der Häufigkeit von Len-

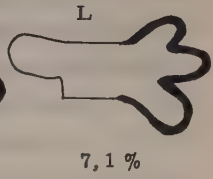
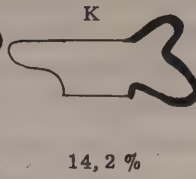
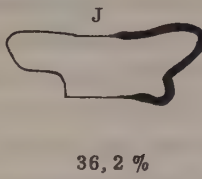
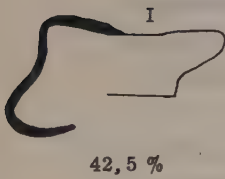
denrippen kein wesentlicher Unterschied gegenüber der doppel- und halbseitigen Sakralisation festzustellen.

Eine auffallende Abhängigkeit zwischen der Häufigkeit eines fehlenden Bogenschlusses - im Gesamtmaterial in 4,9 % beobachtet - und einer der vier beschriebenen Gruppen kann nicht nachgewiesen werden (Tab. 9), wie auch bei KIENBÖCK, NEUBERT, LEMBERG, MARTIUS, JUNGHANNS, HINTZE, BARRUFFALDI u. DIVANO kein Anhalt dafür gefunden werden kann.

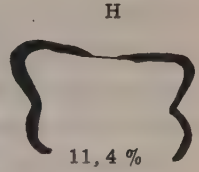
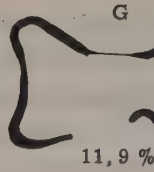
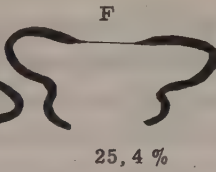
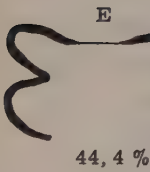
Angedeutete Sakralisation



Hemisakralisation



Sakralisation



Lumbalisation

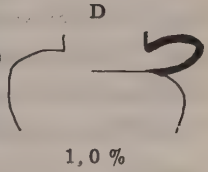
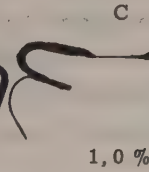
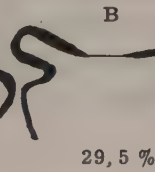
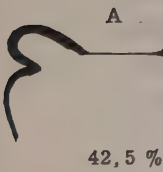


Abb. 5: Die einzelnen Querfortsatztypen und ihre Häufigkeit innerhalb der vier verschiedenen Assimilationsformen

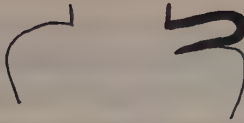
Die in der Formanalyse ermittelten einzelnen Querfortsatztypen im lumbosakralen Bereich können auf Grund ihrer Ausbildung den verschiedenen Assimilationsformen zugeordnet werden (Tabellen 11 - 14), so daß in bestimmten Fällen eine Aussage über zu erwartende Beschwerden gemacht werden kann (Abb. 4). HIRSCH, der in ähnlicher Weise diese Zuordnungsmöglichkeiten untersuchte, konnte kein für lumbosakrale Übergangsstörungen typisches Krankheitsbild finden.

Innerhalb der Lumbalisationsformen kommt Typ B wegen seiner zwar unvollständigen, aber asymmetrischen Ausprägung hinsichtlich Skoliosenenentstehung, zusätzlicher Bandscheibenbeanspruchung und Überforderung der Rückenmuskulatur ähnliche Bedeutung wie Typ C in seiner vollständigen aber symmetrischen Form zu, während Typ D in wesentlich stärkerem Maße als die beiden anderen, bedingt durch seine halbseitige Ausbildung, zu klinischen Erscheinungen führen wird.

Wie weit hier die Krankheitsbilder der Lumbalgien und Ischialgien durch eine Nervenwurzelirritation oder sogar Kompression durch den lumbalisierten Querfortsatz verursacht werden oder welche Rolle die Degenerationerscheinungen der Bandscheiben spielen, ist nicht klar abzugrenzen. Da aber das Durchschnittsalter der Patienten mit festgestellter Lumbalisation verhältnismäßig niedrig liegt, wird der Schluß nahe gelegt, daß hier der direkten Beeinflussung durch im genannten Sinne veränderte Querfortsätze größere Bedeutung beizumessen ist (Abb. 5, 6, Tabellen 1, 11 und Einzeldarstellungen der verschiedenen Typen).

Ohne Frage ist Typ G mit seiner gelenkigen asymmetrischen Ausprägung im Rahmen der Sakralisationsvorgänge bezüglich Wirbelsäulenbeschwerden bedeutungsvoller als Typ E mit seinem flügelartigen gleichseitig völlig in das Kreuzbein integrierten Querfortsatz. In diesem Fall übernimmt die über dem sakralisierten Wirbel liegende Bandscheibe die Funktion der ursprünglich präsakralen

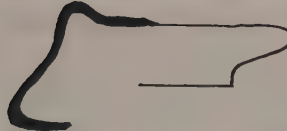
D



E



I



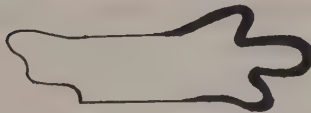
J



G



L



K

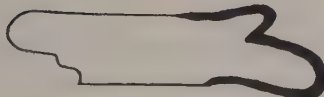


Abb. 6: Die wichtigsten Krankheitswert besitzenden Querfortsatztypen der lumbosakralen Übergangsstörungen

Bandscheibe mit ihrer Übergangsstellung vom beweglichen zum unbeweglichen Anteil der Wirbelsäule. Dementsprechend unterliegt nun sie, sogar in verstärktem Maße, degenerativen Veränderungen.

Die im Falle eines Vorhandenseins von Typ G auftretende Symptomatik äußert sich in einem streng umschriebenen, nicht ausstrahlenden Schmerz, dem Ort der Assimilationsstörung entsprechend, wenn es sich um alleinige Überlastungs- und Reizerscheinungen in dem zwischen Sakrum und Querfortsatz des fünften Lendenwirbels ausgebildetem Pseudogelenk handelt. In einem solchen Falle ist auch bereits bei Jugendlichen an eine derartige Veränderung, ähnlich wie bei der gelenkigen Hemisakralisation z. B. des Typs J, zu denken.

Eine Deutung für die bei Sakralisationserscheinungen häufiger links zu beobachtenden Ischialgien ist durch unser Material nicht möglich. Sicher ist jedoch, daß für das Auftreten von Lumbalgien und Ischialgien sowohl Nervenirritationen und -kompressionen, durch sakralisierte Querfortsätze des fünften Lendenwirbels, als auch zusätzliche degenerative Vorgänge verantwortlich zu machen sind.

In jedem Fall wird man eine Veränderung im Sinne einer Hemisakralisation als auslösenden Faktor für Wirbelsäulenbeschwerden betrachten müssen, wenn auf beiden Seiten zwar degenerative Vorgänge ablaufen, jedoch nur auf einer Seite Schmerzen, die Lumbalgien oder Ischialgien entsprechen, bestehen. Die Abhängigkeit zwischen einer solchen halbseitigen Assimilation (besonders bei Typ K durch dessen beträchtliche Vergrößerung des kaudalen Querfortsatzanteiles, etwas weniger bei Typ J mit seinem stärkeren kranialen Anteil und bedingt bei dem fächerförmigen Typ L) und ischialgiformen Beschwerden ist absolut sicher, da Assimilationsstörung und Ischialgie stets übereinstimmend gleichseitig zu finden sind.

Neben die direkte Nervenirritation treten einerseits die Folgen der Pseudogelenkbildung, wie bei den einzelnen Typen beschrieben, und

andererseits die Folgen der knöchernen Assimilation durch dieselben (siehe Typ I: Schiefstellung des Wirbelsäulenplateaus mit gekipptem fünftem Lendenwirbel), nämlich die Ausbildung von Skoliosen.

Bei den präassimilatorischen Störungen mit den wesentlichen Typen M, N, O sind Ischialgien, Lumbalgien und deren Mischbild ebenfalls sehr häufig; die Bevorzugung einer bestimmten Seite ist nicht auffällig.

In diesem Fall ist die nervenirritierende Wirkung wegen der nicht im Sinne eines Assimilationsflügels veränderten Querfortsätze durch dieselben sehr unwahrscheinlich; deshalb wäre hier, da das Durchschnittsalter der Patienten, verglichen mit dem innerhalb der anderen Gruppen, wesentlich höher liegt, der Grund für eine Nervenirritation in einer Osteochondrosis lumbalis mit folgender Bandscheibenprotrusion und Einengung des Foramen intervertebrale zu suchen.

Bei nachweisbaren Schleifspuren zwischen dem Sakrum und den zapfenartigen Ausziehungen der kaudalen Anteile des fünften Lendenwirbels ist als schmerzauslösenden Faktor an eine Periostreizung zu denken. Im allgemeinen sind diese Patienten, wie auch aus dem Alter ersichtlich, wegen der nur geringen morphologischen Veränderungen länger beschwerdefrei.

Ein bevorzugtes Auftreten von Bandscheibenvorfällen bei L4 / L5 oder L5 / S1 innerhalb einer der einzelnen Variationsformen, wie es von ALBRECHT und BRAUN beschrieben wird, konnte nicht vermerkt werden, obwohl dies gerade für die Hemisakralisation wegen der pathologisch-anatomischen Verhältnisse als wahrscheinlich anzunehmen wäre.¹⁾ Im Gegenteil ist bei allen vier verschiedenen

1) Untersuchungen von Weigert und Hipp zeigen derartige Zusammenhänge.

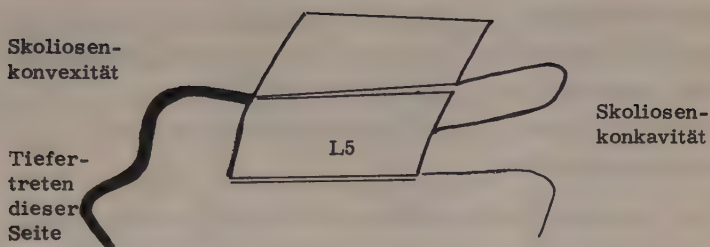
Gruppen eine fast gleichmäßige Verteilung von Bandscheibenprolapsen in dem betreffenden Bereich zu beobachten.

Da nicht alle Patienten mit Übergangsstörungen im lumbosakralen Bereich klinische Erscheinungen wie Lumbalgien und Ischialgien aufweisen, sind ihre Wirbelsäulenbeschwerden zum Teil auf degenerative Veränderungen zurückzuführen (Osteoporose, Spondylarthrose, besonders Lumbosakralarthrose, sowie die Spondylosis deformans mit den dazugehörigen Bandscheibenverschleißerscheinungen). Diese erfahren durch die lumbosakralen Assimilationsstörungen eine begünstigende und protrahierende Beeinflussung. Ähnliche Beobachtungen sind von GERLACH und DIETZ beschrieben worden.

Ebenso kommen aber bei Patienten mit Lumbalgien und Ischialgien diese zuletzt genannten pathologischen Veränderungen als zusätzliche Schmerzfaktoren hinzu. Beschwerdefreiheit wurde bei 1,9 % der Patienten festgestellt. Auffällig ist, daß je geringer der Grad der Assimilationsstörung ausgeprägt ist, daß desto größer das Spektrum der gestellten Diagnosen wird, da eben dann keine eindeutige Korrelation zwischen Assimilationsstörung und Krankheitsbild hergestellt werden kann.

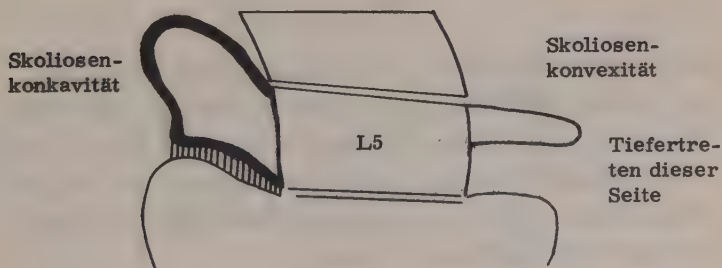
Die Bedeutung der asymmetrischen und halbseitigen Assimilation am lumbosakralen Übergang für die Entstehung der tiefen versteckten Lumbalskoliose durch die Schiefstellung und Kantung des assimilierten Wirbels wird klar, wenn berücksichtigt wird, daß dieselbe im vorliegenden Untersuchungsmaterial 26 % (vgl. Diss. von RENTROP, Berlin) ausmacht, während Skoliosen ohne unmittelbaren Zusammenhang mit lumbosakralen Übergangsstörungen in 27,1 % ermittelt wurden.

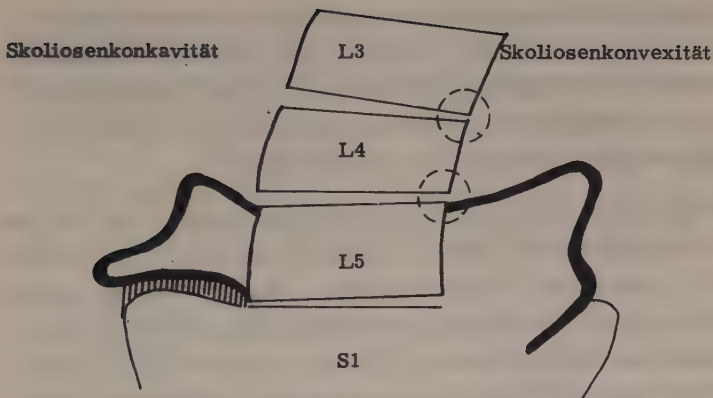
Bei halbseitiger knöcherner Assimilation (Typ I) ist ein Tiefertreten der entsprechenden Seite mit dazu gleichseitiger Skoliosenkonvexität die Folge, wie in den von BENNINGHOFF, INGEBRIGSTEN, FABER, SCHEUER gefundenen Fällen.



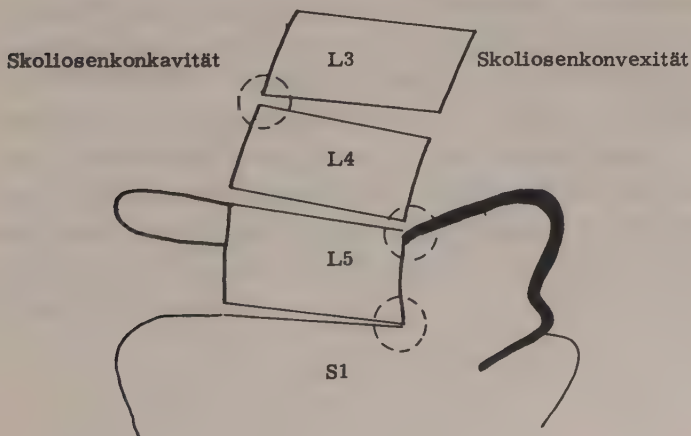
Die von JUNGHANNS gemachte Beobachtung, daß bei sakralisierten Assimilationswirbeln die Konvexität der Seitwärtsneigung der Wirbelsäule varietätsseitig heterolog und bei lumbalisierten Übergangswirbeln varietätsseitig homolog ausgebildet sei, konnte nur für die einseitig-gelenkigen Assimilationen und die asymmetrische unvollständige Sakralisation Typ G, jedoch nicht für die Lumbalisationsformen bestätigt werden.

Ein gegensätzliches Verhalten zu oben Beschriebenem zeigt die einseitig oder doppelseitig asymmetrische Assimilation (Typen K, J, L, G) durch ein Höherentreten der betroffenen Seite mit der Konvexität der Skoliose zur Gegenseite. Sowohl bei der knöchernen als auch bei der gelenkigen Form bildet sich die Skoliosenkonvexität zur tieferstehenden Seite, wie es auch BENNINGHOFF beschreibt, aus.





3. Im Falle einer einseitigen knöchernen Assimilation tritt diese Seite tiefer, und es werden die Bandscheiben L5 / S1 und durch Miteinbeziehung des vierten Lendenwirbels in diesen Vorgang auch die zwischen L4 / L5 auf der gleichen Seite und die zwischen L3 / L4 gelegenen Bandscheiben auf der Gegenseite geschädigt. Die Veränderungen sind analog denen bei der gelenkigen Form, nur handelt es sich hier um zweimalige ipsilaterale und einmalige kontralaterale Bandscheibenbeteiligung.



Wie empfindlich gerade die kleinen Wirbelgelenke auf die durch lumbosakrale Übergangsstörungen bedingten oft geringen Fehlstellungen und Fehlbelastungen reagieren, zeigt die in den meisten Fällen beobachtete frühzeitige, mit Schmerzhaftigkeit einhergehende, arthrotische Veränderung derselben, ausführlich bei LANGE, BROCHER, KELLER, GÜNTZ, LUTZ beschrieben.

Daß die lumbosakralen Assimilationsstörungen nicht nur für die kleinen Wirbelgelenke die Bedeutung einer präarthrotischen Deformität haben, sondern auch für die Hüftgelenke - ihre Auswirkungen somit nicht nur auf die Wirbelsäule beschränkt bleiben - beweist das häufige Auftreten von Beschwerden im Sinne von Coxarthrosen, die IMHÄUSER sogar in 50 % im Zusammenhang mit lumbosakralen Übergangsstörungen beobachtete.

C ZUSAMMENFASSUNG

Die Durchsicht von 3261 Aufnahmen der Lendenwirbelsäule ergab in 16,4 % lumbosakrale Assimilationsstörungen einschließlich prä-assimilatorischer Störung bzw. angedeuteter Sakralisation, die, obwohl sie entwicklungsgeschichtlich gesehen nicht zu den Assimilationsstörungen im definierten Sinne zu zählen sind, wegen ihrer Erscheinungsformen mit in die folgende Aufgliederung einbezogen werden:

1. Lumbalisation	12,4 %
2. Sakralisation	30,5 %
3. Hemisakralisation	16,7 %
4. Angedeutete Sakralisation	39,0 %

Wird Gruppe vier abgezogen, so verbleiben 11,9 %

Den einzelnen Übergangsstörungen können auf Grund der durchgeführten Formanalyse bestimmte Querfortsatztypen zugeordnet und diese wieder in Beziehung zu klinischen Erscheinungen gesetzt werden.

So wurden sieben verschiedene Querfortsatztypen unter den lumbosakralen Assimilationsstörungen von wechselnder Häufigkeit (insgesamt in 35,2 %) gefunden, denen ein Krankheitswert zugesprochen werden muß (Abb. 5). Bezogen auf die Gesamtzahl der gesichteten Röntgenaufnahmen ergibt sich, daß die genannten Querfortsatztypen von L5 in 6,9 % mit entsprechenden Beschwerden auftreten. Die zugehörigen Krankheitsbilder konnten nach ihrer Häufigkeit in Ischialgien, Lumbalgien und deren Mischbild, die Lumboischialgien, unterteilt werden (Abb. 4). Im übrigen erlangt jede lumbosakrale Assimilationsstörung die Bedeutung eines Krankheitspotentials für degenerative Wirbelsäulenveränderungen, deren Auftreten somit begünstigt und beschleunigt wird.

D LITERATURVERZEICHNIS

- ADOLPHI: Über Variationen des Brustkorbs und der Wirbelsäule des Menschen. Gegenbauers morph. Jb. 33 (1905) S. 66
- ALBANESE, A.: Über die sog. Lendenrippen, Ref. Zentr. Org. Chir. 60, (1932) 774
- ALBRECHT, A.: Die Fehlstellung des präsakralen Wirbels und ihre Bedeutung bei der Diagnose des Bandscheibenprolapses, Fortschr. Röntgenstr. 79 (1953) 461
- ALEXANDROW, A.: Anomalien des lumbosakralen Abschnittes der Wirbelsäule bei Frauen und ihre klin. Bedeutung, Ref. Zbl. Radiol. 24 (1936) 29
- BARRUFFALDI, O. u. DIVANO, N.: La spina bifida, Minerva orthop. 10 (1959) 672 - 682
- BAUER, O.: Totale Aplasie der LWS bei einem Neugeborenen, Geburtshilfe u. Frauenklinik 12 (1952) 250 - 256
- BAUMANN, J.: 1. Beiträge zur Kenntnis der Altersveränderungen der LWS unter Berücksichtigung von Bandscheiben und kleinen Wirgelenken, Helv. Chir. Acta 24 (1957) 9, 3 - 34
2. Wirbelbogenspalten bei einem menschlichen Embryo von 14 mm SSL, Orthop. 100 (1965) 1 - 16
- BECK, A.: Sakralisation des 5. Lendenwirbels als Ursache von Kreuzschmerzen, Zbl. Chir. (1933) 728
- BENNINGHOFF-GOERTTLER: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, (1957) 133
- BERTOLOTI, G.: Sacralisation de la lombaire 5, Riforma med. (1917)
- BLECHSCHMIDT, E.: Die Entwicklungsbewegungen der Somiten und ihre Bedeutung für die Gliederung der Wirbelsäule, Z. Anat. Entwickl. Gsch. 120 (1957) 150 - 172
- BLUMENSAAT, C., CLASING: Anatomie und Klinik der lumbosakralen Übergangswirbel, Ergebn. Chir. Orthop. 25 (1932) 1 - 59
- BÖHM, M.: 1. Variationen des Rumpfskelets und ihre klin. Erscheinungen. Zbl. Chir. 58 (1931) 401

2. Die Varietäten der Wirbelsäule, Röntgenpraxis 5, (1933) 81
- BRAILSFORD, J. :** Deformaties of the lumbosacral region of the spine, Brit. J. Surg. 16 (1929) Nr. 64
- BRANDIS, W. :** Kreuzschmerz: Folge von Lumbago oder Unfall, Med. Klin. 10 (1928) 384
- BRANDT, K. :** Über die konstante Form der Lendenwirbelquerfortsätze 3 und 4, Arch. Orthop. 34 (1934) 445 - 451
- BRAUN, W. :** Ursachen des lumbalen Bandscheibenvorfalles, Wirbelsäule in Forschung u. Praxis, 43, Hippokrates-Vlg. Stuttgart (1969) 42
- BROCHER, J.W.W. :**
1. Der Kreuzschmerz in Beziehung zur Wirbelsäule, Thieme-Verlag Leipzig (1938)
 2. Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differentialdiagnose, Thieme - Stuttgart, 4. Aufl. (1966)
 3. Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Bd. 3, Thieme - Verlag, Stuttgart (1966)
 4. Die Wirbelverschiebungen in der Lenden- gegend, Thieme, Stuttgart (1966)
- BÜCHNER, F. :** Die Bedeutung peristatischer Faktoren für die Entstehung der Mißbildungen und Mißbildungs- krankheiten, Verhandl. Dtsch. Ges. Innere Med. 64 (1958/59) 13 - 30
- DEGENHARDT, K.H. :**
1. Experimentelle Erzeugung von Skoliose durch O2-Mangel, Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 46 (1958) 174
 2. Tierexperimentelle Untersuchungen zur Ätiologie und Phänogenese (früherworbe- ner) axialer Fehlbildungen, Z. menschl. Vererb. - u. Konstit-Lehre 34 (1958) 509
 3. Die tierexperimentelle Teratogenese der Wirbelsäule und ihre Bedeutung für die Frühentwicklung des Menschen. In: Neu- rologie der Wirbelsäule und des Rücken- marks im Kindesalter. Fischer, Jena (1964)
- DEGENHARDT, K.H.**
u. GRÜTER, H.J. : Experimentelle Grundlagen der Wirbelsäulenfehlbildungen - O2-Mangel u. Röntgen- strahlen. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 15, Hippokrates-Verlag, Stutt- gart 1960

- DEGENHARDT, K. H. u. KLADETZKY, J.: 1. Malformations of spine and spinal chord alignment, Arch. Peds. Barcelona, 7 (1956) 1 - 31
2. Wirbelsäulenmißbildungen und Chordanlage, Z. menschl. Vererb. - u. Konstit. - Lehre 33 (1955) 151 - 193
- DIETHELM, D.: Zur Kenntnis der Wirbelsäulen- und Wirbelkörperfehlbildungen, Fortschr. Röntgenstr. 69 (1943) 143
- DIETZ, W.: Stat. Untersuchungen über die Bedeutung der röntgenologisch feststellbaren Abnormitäten im Bereich des lumbosakralen Überganges der Wirbelsäule für die Kreuzschmerzen der Frau, Strahlentherapie, 106 (1958) 580 - 588
- LE DOUBLE, A. F.: Traité des variations de la colonne vertébrale de l'homme et de leur signification au point de l'anthropologie zoologique, Paris 1912
- DÜRR, D. K.: Die Bedeutung der Chorda dorsalis für die postnatale Bandscheibendifferenzierung, Z. menschl. Vererb. - u. Konstit. - Lehre 34 (1958) 360 - 383
- DUNN, L. C., GLUECK-SON-SCHOENHEIMER, S., CURTIS, M. R. and DUNNING, W. F.: Heredity and accident as factors in the production of taillessness in the rat, J. Hered. 33 (1942) 65 - 67
- ERLACHER, Ph.: 1. Die Ischialgie und ihre Beziehungen zur Diskushernie, Wien, Klin. Wschr. 63 (1951) 193
2. Zur Anatomie des Kreuzschmerzes, Paracelsus-Beihefte Nr. 5
- FABER, A.: Untersuchungen über die Erbllichkeit der Skoliose, Arch. orthop. Chir. 36 (1936) 217 - 298
- FELLER, A. u. STERNBERG, H.: Zur Kenntnis der Fehlbildungen der Wirbelsäule, Virchows Arch. path. Anat. 280 (1931) 649 - 692
- FERNER, H.: Entwicklungsgeschichte des Menschen, Ernst Reinhardt-Verlag, München/Basel, 4. Aufl. 1959
- FISCHER, E.: Die Vererbung von Wirbelsäulenvarietäten beim Menschen (nach Untersuchungen von Dr. K. Kühne), Ref. Zbl. Radiol. 11 (1931) 516

- FRASER, zit. bei
NACHTSHEIM, H. in: Zusammenspiel und Gegenspiel von Genen u. exogenen Faktoren bei der Entstehung angeborener Anomalien, Dtsch. med. Wschr. Jg. 86 (1961) 330 - 334
- FRIEDEL, E.: Ist die Form der Lendenwirbelquerfortsätze drei und vier konstant? Arch. orthop. Chir. 37 (1937) 471 - 477
- GERLACH, J.: Entwicklungsstörungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks, besonders deren abortive und latente Formen in ihrer klinischen Bedeutung (einschließlich ihrer Spätmanifestation), Wirbelsäule in Forschung u. Praxis, Bd. 5, Hippokrates-Verlag, Stuttgart (1958) 44 - 52
- GILLESPIE, H.: The significance of congenital lumbo-sacral abnormalities, Brit. J. Radiol. 22 (1949) 257
- GIRAUD, GARNIER u. VERRIENNE: Malformations lombosacrées et imperforation annale, J. radiol. electrol. 29 (1948) 650 - 651
- GOLDTHWAIT, J.E.: The articulation lumbo-sacral. An explanation of many cases of Lumbago, Siccatica and paraplegia, Boston, Med. surg. J. 164 (1911) 365
- GOLJANITZKI, I.: Die gewerblichen Erkrankungen des Kreuzbein-Lendenabschnittes der Wirbelsäule und ihre chir. Bedeutung, Arch. orthop. Unfallchir. 26 (1928) 43
- GROSSER, O.
u. ORTMANN, R.: Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Springer-Verlag Berlin, 1966
- GRÜNEBERG, H.: Genetical studies of the skeleton of the mouse, VII. Congenital hydrocephalus, J. genet. 51 (1953) 327 - 358
- GÜNTZ, E.: Probleme der statischen und funktionellen Störungen der Wirbelsäule. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 1, Hippokrates-Verlag Stuttgart, 1956
- HADORN, E.: Grundlagen der genbedingten Merkmalsbildung (Phänogenetik) Verh. dtsch. Ges. Inn. Med. 64 (1958/59) 170 - 180
- HEIDSICK, E.: Der Nervus obturatorius bei Sakralisation des 5. Lendenwirbels, Z. orthop. Chir. 63 (1935) 163

- HEISE, H.: Anomalien der Lendenwirbelsäule, dtsh. Z. Chir. 227 (1930) 349
- HILDEBRANDT, A.: Kreuzschmerzen infolge osteochondrosis der Wirbelsäule, Z. ärztl. Fortbild. 44 (1950) 127
- HINTZE, A.: Die Fontanelle lumbosakralis und ihr Verhältnis zur Spina bifida occulta. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 119 (1922) 409
- HIRSCH, R.: Zur Frage der Sakralisation, Fortschr. Röntgenstr. 44 (1931) 215 - 226
- HOHMANN, G.:
 1. Über die Ursache von Kreuzschmerzen, Münch. med. Wschr. (1931) 1201
 2. Die Sakralisation des 5. Lendenwirbels, Z. ärztl. Fortbild. (1938) 668
- HOLITSCH, R.: Typische Anomalien an dem 5. Hals- und an dem 4. Lendenwirbel, Fortschr. Röntgenstr. 42, Kongressheft 60 (1930)
- HUECK-ROSTOCK, H.: Über Anomalien der Lendenwirbelsäule, Arch. klin. Chir. 162 (1930) 58 - 60
- IDELBERGER, K.H.: Die Erbpathologie der angeborenen Mißbildungen des Menschen (Phänokopie und Erbllichkeit), Beitr. orthop. 5, 2. Tagungsband 187 (1958)
- IMBERT, L.: Sur la spondylite traumatique, Ref. Zentr. - Org. ges. Chir. 56 (1931) 152
- IMHÄUSER, G.: Die morphologische Entwicklung des lumbosakralen Übergangswirbels und seine Beziehungen zu Hüftgelenk und Wirbelsäule, Fortschr. Röntgenstr. Bd. 76 (1952) 770 - 773
- INGEBRIGSTEN:
 1. Sakralisation des 5. Lumbalwirbels, Ref. Zbl. Chir. 55 (1928) 1246
 2. Zur pathologischen Bedeutung der asymmetrischen Sakralisation des 5. Lendenwirbels, Zbl. Chir. 60 (1933) 2368
- JUNGHANNS, H.:
 1. Der Lumbosakralwinkel, Dtsch. Z. Chir. 213 (1929) 322
 2. Altersveränderungen der menschlichen Wirbelsäule, 1. Altersosteoporose, 2. Alterskyphose. Häufigkeit und anatomisches Bild der Spondylosis deformans. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 165 (1931) 303; 166 (1931) 106; 120

3. Mitbeteiligung der Wirbelkörper bei Erkrankungen der Zwischenwirbelscheiben, Arch. klin. Chir. 173 (1932) 75
 4. Die anatomischen Besonderheiten des 5. Lendenwirbels und der letzten Lendenbandscheibe, Arch. orthop. Chir. 33 (1933) 260
 5. Lendenkreuzbeingegend und Becken, Chirurg 6 (1934) 135
 6. Offene Fragen aus dem Gebiet der Wirbelsäulenentwicklung und Wirbelsäulenfehlbildungen, Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 106 (1936) 625 - 636
- KELLER, G.: Die Arthrose der Wirbelgelenke und ihre Beziehung zum Rückenschmerz, Z. Orthop. 91 (1959) 538
- KEMPERMANN, C. Th.: Ein Beitrag zum Problem der Regionenbildung der Wirbelsäule, Morph. Jh. 60/4 (1929) 560 - 612
- KIENBÖCK, R.: Kreuzschmerz und Ischias, Z. Orthop. 69 (1939) 282
- KIRCHHOFF, H.: Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik in der Geburtshilfe, Geburtsh. u. Frauenklin. 13 (1953) 289 u. 401
- KÖHLER-ZIMMER: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skelets, Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1967) 272 - 358
- KREBS, W.: Über ischiadische und andere Neuralgien, Dtsch. med. Wschr. Nr. 42 (1928) 1754
- KÜHN, A.: 1. Grundriß der Vererbungslehre, Verlag von Quelle u. Meyer, Leipzig 1939
2. Vorlesungen über Entwicklungsphysiologie, Springer Verlag, 1955
- KÜHNE, K.: Die Wirbelsäulenmethode der Abstammungsprüfung, Handbuch für den Vormund, Heft 10 c, Carl Heymanns Verlag KG, Köln-Berlin 1959
- KÜHNE, K. u. TSCHETSCHIN, M.: Beiträge zur Frage der Vererbung normaler segmentaler Variationen der Wirbelsäule, Z. Morph. Anthropol. 49/3 (1959) 265 - 305

3. Mitbeteiligung der Wirbelkörper bei Erkrankungen der Zwischenwirbelscheiben, Arch. klin. Chir. 173 (1932) 75
 4. Die anatomischen Besonderheiten des 5. Lendenwirbels und der letzten Lendenbandscheibe, Arch. orthop. Chir. 33 (1933) 260
 5. Lendenkreuzbeingegend und Becken, Chirurg 6 (1934) 135
 6. Offene Fragen aus dem Gebiet der Wirbelsäulenentwicklung und Wirbelsäulenfehlbildungen, Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 106 (1936) 625 - 636
- KÜHN, A.:
1. Grundriß der Vererbungslehre, Verlag von Quelle u. Meyer, Leipzig 1939
 2. Vorlesungen über Entwicklungsphysiologie, Springer Verlag, 1955
- KELLER, G.:
- Die Arthrose der Wirbelgelenke und ihre Beziehung zum Rückenschmerz, Z. Orthop. 91 (1959) 538
- KEMPERMANN, C.Th.:
- Ein Beitrag zum Problem der Regionenbildung der Wirbelsäule, Morph. Jh. 60/4 (1929) 560 - 612
- KIENBÖCK, R.:
- Kreuzschmerz und Ischias, Z. Orthop. 69 (1939) 282
- KÖHLER-ZIMMER:
- Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skelets, Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1967) 272 - 358
- KIRCHHOFF, H.:
- Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Röntgendiagnostik in der Geburtshilfe, Geburtsh. u. Frauenklin. 13 (1953) 289 u. 401
- KREBS, W.:
- Über ischiadische und andere Neuralgien, Dtsch. med. Wschr. Nr. 42 (1928) 1754
- KÜHNE, K.:
- Die Wirbelsäulenmethode der Abstammungsprüfung, Handbuch für den Vormund Heft 10 c, Carl Heymanns Verlag KG, Köln- Berlin 1959
- KÜHNE, K. u.
TSCHETSCHIN, M.:
- Beiträge zur Frage der Vererbung normaler segmentaler Variationen der Wirbelsäule, Z. Morph. Anthropol. 49/3 (1959) 265 - 305

- LANDAU, W.: Phenocopies and genotype, with special references to sporadically occurring developmental variants, Amer. Naturalist. 91 (1957) 79 - 90
- LANDOLT, F.: Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung der Lendenwirbelsäule beim Menschen, Med. Diss. Zürich 1947
- LANGE, M. u. HIPP, E.: Variationen der Wirbelsäule und deren klin. Bedeutung, Med. klin. 57/58 (1969) 1589 - 1609
- LANGHANS, E.: Die Bedeutung der Variationen und Mißbildungen der lumbosakralen Region beim Kreuzschmerz, Med. Diss. Marburg 1963
- LARCHER, F.: Beitrag zur Entwicklung der Lendenwirbelsäule beim Menschen, Inaug. Diss. Zürich 1947
- LEFORT-INGEBRANS: Sakralisation und Kreuzschmerz, Ref. Zbl. Chir. (1931) 420
- LEHMANN, F.: Die Entwicklung von Rückenmark, Spinalganglien u. Wirbelanlagen in chordalosen Körperregionen von Tritonlarven, Rev. Suisse de Zool. 42 (1955) 405 - 415
- LEHMANN-FACIUS, H.: Die Keilwirbelbildung bei der kongenitalen Skoliose, Frankfurt, Z. path. 31 (1925) 489
- LEMBERG, N.K.: Spina bifida occulta und Kreuzschmerz, Arch. Orthop. Unfallchir. 52 (1961) 622
- LENZ, F.: Kritik der reinen Wirbelsäulenmethode, Z. Morph. u. Anthrop. XLIII/1 (1951) 9 - 20
- LEO, G.: Sacralisation de la 5. vertèbre lombaire, Neuralgie du nerf lombosacré Resection Ref. Zbl. Chir. 56 (1929) 1969
- LERI, A.: Etudes sur les affections de la colonne vertébrale, Masson, Paris 1926
- LIECHTI, A.: Die Röntgendiagnostik der Wirbelsäule und ihre Grundlagen, 2. Aufl., Springer Wien, 1948
- LIPPERT, H.: Anatomie der Wirbelsäule unter Aspekten von Entwicklung und Funktion, Sonderdruck Med. Klin. 61, Nr. 2, (1966) 41 - 46

- LÜBKE, P.: Das Kreuzbein und die Lumbosakralgegend, Arch. klin. Chir. 163 (1931) 707
- LUSCHKA, H.: Die Halbgelenke des menschl. Körpers, Berlin 1958
- LUTZ, G.: Die Entwicklung der kleinen Wirbelgelenke, 2. Orthop. 104 (1967) 19
- MARTIUS, H.: 1. Sakralisation des 5. Lendenwirbels als Ursache von Rückenschmerzen, Münch. Med. Wschr. 75 (1928) Nr. 8
2. Klinik und Pathologie der Lumbosakralregion, Zbl. Chir. 40 (1931) 2518
- MATTER, H.: Die formale Genese einer vererbten Wirbelsäulenmißbildung am Beispiel der Mutante "crooked tail" der Maus, Rev. Suisse Zool. 64 (1957) 1 - 38
- MAURER, H.-J. u. POST-AMON, B.: Zur Bedeutung des Assimilationsbeckens in der Geburtshilfe, Z. Geburtsh. u. Gyn. 157 (1961) 153
- MEYER-BORSTEL, H.: 1. Die verschiedenen Assimilationsformen des 5. Lendenwirbels im Röntgenbild und die pathol. Bedeutung der einseitig gelenkigen Sakralisation, Fortschr. Röntgenstr. 44 (1931) 363 - 375
2. Die verschiedenen Sakralisationsformen des 5. Lendenwirbels in ihren Beziehungen zu Kreuzschmerzen, Bruns' Beitr. klin. Chir. 153 (1931) 12
3. Klinik und Pathologie der Lumbosakralregion, Zbl. Chir. (1931) 2518
- MEYER-BURGDORFF, H.: 1. Der 5. Lendenwirbel. Chirurg 2 (1930) 1
2. Klinik und Pathologie der Lumbosakralregion, Zbl. Chir. 58 (1931) 2517
- MORGAN, W.C.: A new crooked tail mutation involving distinctive pleiotropism, J. genet. Bd. 5 (1954) 354 - 373
- MOSER, H.: Muskelbedingte Schmerzen an der Wirbelsäule. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 25 (1961) 37
- MÜLLER, W.: Röntgenologische Untersuchungen in der Lumbosakralgegend, Zbl. Chir. 57 (1930) 233

- NACHTSHEIM, H. : Die Bedeutung genetischer Faktoren für die Entstehung von Mißbildungen und Mißbildungs-krankheiten, Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med. 64 (1958/59) 33 - 49
- NEUBERT, R. : Spina bifida und Skoliose, Z. Orthop. Chir. 60 (1933) 157
- NEURATH: Variationen und Fehlbildungen der Wirbel-säule, Inaug. Med. Diss. Marburg, 1958
- NOGAMI, H. u. Pathogenesis of spinal malformations induced
INGALLS, Th. H. : in the embryos of mice, J. Bone Joint Surg. 49 (1967) 1151 - 1159
- OLEAGA: Die Knochenanomalien des lumbosakralen Segmentes, Ref. Zbl. Radiol. 23 (1936) 25
- OLEJAK, G. : Behandlungsergebnisse bei Lumbosakral-arthrose, Greifswald, Med. Diss. (1965)
- OTIS, E. M. and Equivalent ages in mouse and human
BRENT, R. : embryos, Anat. Rev. 120 (1954) 33 - 64
- PHILIPP, E. : Röntgenologische und anatomische Untersu-chungen zum Kapitel des Kreuzschmerzes mit besonderer Berücksichtigung der Sa-kralisation, Z. Geburtsh. 102 (1932) 233
- PINCELLI, C. : Malformations of spine and urinary tract, Orthop. app. motore 24 (1956) 709 - 715
- PIRKEY, E. L. : Agenesis of lumbosacral vertebrae, a report of two cases in living infants, Radiol. 69 (1957) 726 - 729
- PRADER, A. : Die Entwicklung der Zwischenwirbelschei-ben, Acta anat. 3 (1947) 115 - 152
- PROBST, J. : Anat. histol. Untersuchungen über rönt-genologisch nachweisbare Defekte (Spalt-bildungen) fetaler Wirbelkörper in Zusam-menhang mit Entwicklungsstörungen der Chorda unter besonderer Berücksichtigung der Gewebekorrelationen, Morph. Jb. 92 (1952) 470 - 499
- PUTTI, SCAGLIET- Technica dell' apofisectomia nella sacralizza-
TI: sione della quinta vertebra lombre, Ref. Zbl. ges. Radiol. 13 (1932) 683
- RADKE, H. : Zur Sakralisation der Lendenwirbelsäule, Z. Orthop. 91 (1959) 143 - 155

- REIMERS, C.: Zur Entstehung von Bandscheibenhernien auf dem Boden isolierter Osteochondrosen, Langenbeck's Arch. klin. Chir. 316 (1966) 319 - 323
- REITER, A.: Die Kausalgenese der Wirbelsäulenvarietäten, Z. menschl. Vererb. u. Konstit.-Lehre (1949) 199 - 230
- RENTROP, E.: Krankheitswert der tiefen versteckten Lumbalskoliose, Med. Diss. Berlin, 1971
- RETTIG, H.:
 1. Über den heutigen Stand der Behandlung der Arthrosis def., Dtsch. Med. J. 6 (1955) 218
 2. Angeborene Veränderungen der Seitenfortsätze der Lendenwirbelsäule und ihre Differentialdiagnose, Berliner Med. 9 (1958) 73
 3. Pathophysiologie angeborener Fehlbildungen der Lendenwirbelsäule und des Lendenwirbelsäulen-Kreuzbeinüberganges, Beilageheft Z. Orthop. 91 (1959)
 4. Pathologie und Klinik der Variationen und angeborenen Fehlformen des Lendenkreuzbeinüberganges, Krankengymn. 13 (1961) 47
- RIOSALIDO, J.: Estado actual de la sacralisacion dolorosa de la ultima vertebra lumbar, Ref. Zbl. Chir. 37 (1925) 2111
- RÖVEKAMP, Th.: Einseitige Sakralisation der gesamten Lendenwirbelsäule, Röntgenpraxis 7 (1935) H. 8
- ROHRBACH, A.: Die Bedeutung des fünften Lendenwirbels, Münch. Med. Wschr. (1929) 592 - 593
- ROSENBERG, G.: Die verschiedenen Formen der menschlichen Wirbelsäule und ihre Bedeutung, G. Fischer-Verlag, Jena 1920
- DE ROSSI: Sacralisation de la 5. lombaire, Chir. Organi Mov. 2 (1918)
- RUCKELSHAUSEN, M. C.: Beitrag zur Differentialdiagnose des Kreuzschmerzes mit spezieller Abgrenzung des "Interspinalsyndroms", Z. Orthop. 103 (1967) 33
- RÜTT, A. u. DEGENHARDT, K. H.: Beitrag zur Ätiologie und Pathogenese von Wirbelsäulenmißbildungen, Dtsch. Med. Wschr. (1958) 1085

- RUSSEL, L. B. :** X-Ray induced developmental abnormalities in the mouse and their use in the analysis of embryological patterns, J. exp. Zool. 131 (1956) 3
- SAUNDERS, W. :** On the role of ectoderm limb development, Develop. Biol. 4 (1962) 177
- SCHEUER, E. :** Die klinische Bedeutung der präsakralen Übergangswirbel und der Spina bifida, der beiden häufigsten knöchernen Anomalien im Sakrolumbalabschnitt, Brun's Beitr. klin. Chir. 186 (1953) 338 - 357
- SCHIEDT, E. :** Beitr. zur Ossifikation der Wirbelsäule, Langenbeck's Arch. klin. Chir. 280 (1954/55) 241 - 260
- SCHILT, W. :** Jugendliche Wirbelsäulen-anomalien als Ursache von Kreuzbeschwerden, Arch. Orthop. Unfallchir. 56 (1963) 165 - 184
- SCHINZ, H. :** Lehrbuch der Röntgendiagnostik, Bd. 3, 6. Aufl. (1966) 1 - 15
- SCHMIEDEN, V. :** Trauma und Wirbelsäule, Münch. Med. Wschr. 77 (1931) 1991
- SCHMORL-JUNGHANS:** Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik, 5. Aufl., G. Thieme-Verlag, Stuttgart, 1968
- SCHRADER, E. :** Zur klinischen und unfallmedizinischen Bedeutung der Sakralisation und Lumbalisation, Arch. Orthop. Chir. 30 (1931) 325 - 352
- SCHÜLLER, M. P. :** Die Sakralisation des 5. Lendenwirbels mit besonderer Berücksichtigung ihrer klinischen Bewertung, Beitr. klin. Chir. 131 (1924) 281
- SEIFFERT, I. :** Die Variationen im Bereich des lumbosakralen Überganges und ihre Bedeutung für die Kreuzschmerzen der Frau, Inaug. Diss. Freiburg i. Br. (1954)
- SENSING, E. C. :** The early development of the human vertebral column, Contr. Embryol. 33 (1949) 23 - 41
- SHANDS, A. R. :** Congenital deformities of the spine. An analysis of the roentgenolograms of 700 children, Bull. Hosp. Joint. Dis. 17 (1956) 110 - 133
- SINCLAIR, J. G. :** Congenital lumbosacral defect, Arch. surg. 43 (1941) 473 - 478

- SMITH, E.: Congenital sacral anomalies in children, Austral. N. Zealand, J. surg. 29, Nr. 2 (1959)
- SPRATT, N. T., jr.: Regulation properties of the chorda and somite centers, J. exp. Zool. 135 (1956) 319
- STARCK, D.: Embryologie, Thieme Verlag Stuttgart (1955)
- STIEVE: Zit. nach Lange, M. u. E. Hipp
- STOHR: Die Sakralis des 5. Lendenwirbels als Ursache von Kreuz- und Rückenschmerzen, Wschr. Unfallheilkunde (1929) 153
- STRUDEL, G.: Lection morphogène du tube nerveux et de la corde sur la différenciation des vertèbres et des muscles vertébraux chez l'embryon de poulet, Arch. ant. microsc. et Morph. experim. 44, (1955) 209 - 235
- TALIA, E.: Emisacralizzazione dolorosa d'una vertebra lombare, Ref. Zorg. Chir. 54 (1931) 353
- THEILER, K.: Die Auswertung von partiellen Chordadefekten bei Triton alpestris. Beitr. zur Entwicklungsmechanik der Wirbelsäule, Roux' Arch. f. EW-Mechanik d. Organismen 144 (1949/50) 476 - 490
- TÖNDURY, G.: 1. Zur Kenntnis der Fehlbildungen mit Defekten des hinteren Körperendes, Arch. Julius-Klaussstift, 19 (1944) 225 - 264
2. Neuere Ergebnisse über die Entwicklungsphysiologie der Wirbelsäule, Arch. Orthop. Unfallchir. 4545 (1952) 313 - 322
3. Anatomische Betrachtungen zur Entwicklung des Lenden-Kreuzbein-Gebietes mit besonderer Berücksichtigung der Spondylolisthesis, Wschr. Unfallhk. Beiheft 48 (1955) 124 - 131
4. Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule, Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 7 (1958)
- TORGERSON, J.: Anomalies of the spine in anomalies of viscera and constitution, Acta radiol. 29 (1948) 311 - 320

- ÜBERMUTH, H.: Das lumbale Syndrom. Arch. Orthop. Unfall-Chir. 48 (1956) 89 - 96
- ZUR VERTH, M.: 1. Sakralisation und Kreuzschmerz, Arch. klin. Chir. 162 (1930) 56
2. Sakralisation als Krankheit, Med. Welt 35 (1930) 1243 - 1244
- WANKE, R.: Lumbago und Scalenuussyndrom, Arch. Orthop. Unfall-Chir. 38 (1937) 156
- WARNER, F.: 1. Studien zur Pathologie des Lumbosakralgebietes, Mschr. Unfallheilk. 4 (1929) 121
2. Der 5. Lendenwirbel, Arch. orthop. Chir. 33 (1933) 279
- WATERSON-FOWLER and FOWLER, B. J.: The rôle of the neural tube and notochord in development of the chick, Amer. J. Anat. 95 (1954) 337 - 382
- WEIGERT, M. u. E. HIPPE: Haltungsstörungen und röntgenologische Veränderungen an der Lendenwirbelsäule beim Bandscheibenschaden, Z. Orthop. 101 (1966) 313 - 323
- WEIL, D.: L'hypertransition douloureuse lombosarée. Etude clinique et thérapeutique, Presse med. 2 (1934) 1919
- WEISS, O.: Über die Anatomie der Übergangswirbel an der Grenze von Lendenwirbelsäule und Kreuzbein und ihre klin. Bedeutung, Z. Anat. 92 (1930) 533
- WENZL, O.: Die Sakralisation des 5. Lendenwirbels und ihre klin. Bedeutung, Arch. klin. Chir. 188 (1937) 493 - 508
- WITT, A. N.: Der Kreuzschmerz der Frau, Dtsch. med. J. 8 (1957) 1
- ZOLLINGER: Röntgenbefunde bei Lumbago, Arch. Orthop. Chir. Bd. 23 (1925) 250 - 256
- ZÜNKELER, K. G.: Über Variationen der Wirbelsäule und Mißbildungen in vergleichender Betrachtung bei Mensch und Tier. Inaug. Diss. Münster/Westf. (1962)
- ZWILLING, E.: Limb Morphogenesis, Advanc. Morph. 1 (1961) 301

Lebenslauf

Am 29. Januar 1945 wurde ich in Alt-Grabau / Westpreußen geboren. Die Übersiedlung nach Berlin erfolgte im März 1945 nach dem Tode meines Vaters.

Von 1951 bis 1956 Besuch der Grundschule in Berlin-Schöneberg; von 1956 bis 1964 des Realgymnasiums Franziskusschule-Berlin mit Abschluß der Reifeprüfung im März 1964.

Medizinstudium an der Freien Universität Berlin mit Beginn im Sommersemester 1964.

6. April 1965 Naturwissenschaftliche Vorprüfung.

12. September 1966 Ärztliche Vorprüfung.

Winter- und Sommersemester 1966/67 Studium an der Universität Basel. Anschließend bis zum Staatsexamen am 3. März 1970 Studium an der Freien Universität Berlin.

Medizinalassistentenzeit vom 15. Mai bis 15. September 1970 im Oskar-Helene-Heim, Orthopädische Abteilung der Freien Universität Berlin, vom 16. September 1970 bis 15. Januar 1971 in der Chirurgischen Abteilung des Klinikum Westend, Berlin, und vom 1. Mai bis 31. August 1971 in der Inneren Klinik des Klinikum Steglitz, Berlin.

Lebenslauf

Am 23. Januar 1925 wurde ich in Alt-Oranienburg (Westpreußen) geboren.
Nach der Übersiedlung nach Berlin erfolgte im März 1945 nach dem
Tode meines Vaters.

Von 1941 bis 1946 Besuch der Grundschule in Berlin-Schöneberg.
Von 1946 bis 1948 des Realgymnasiums Friedrichs-Schule-Berlin
mit Abschluß der Reifeprüfung im März 1948.

Medizinstudium an der Freien Universität Berlin mit Beginn im
Sommersemester 1948.

8. April 1952 Naturwissenschaften/Physik-Vorprüfung.

18. September 1952 Ärztliche Vorprüfung.

Winter- und Sommersemester 1952/53 Studium an der Kaiser-Wilhelm-
Hansel. Anschließend die zum Ratenausschreiben am 1. März 1953 Stu-
dium an der Freien Universität Berlin.

Medizinassistententest vom 16. Mai bis 18. September 1953 im
Oskar-Helene-Heim (Krankenhäuser Abteilung der Freien Universität
in Berlin, vom 18. September 1953 bis 15. Januar 1954 in der
Chirurgischen Abteilung des Krankenhauses Westend, Berlin, und vom
1. Mai bis 31. August 1954 in der Inneren Klinik des Krankenhauses
Städtisches, Berlin.

